

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Zaměření: Obrábění a montáž

Automatizace managementu měření na měrových střediscích technické kontroly pro výrobu převodovek ve firmě ŠKODA AUTO a.s.

Measure management automation at measure centers of technical control for gearbox production in ŠKODA AUTO a.s.

KOM - 1241

Bc. Petr Balda

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
Konzultant: Ing. Jiří Karásek
Ing. Jiří Paldus – ŠKODA AUTO a.s.

Počet stran: 71
Počet obrázků: 32
Počet tabulek: 6

3. 1. 2014

Automatizace managementu měření na měrových střediscích technické kontroly pro výrobu převodovek ve firmě ŠKODA AUTO a.s.

ANOTACE:

Diplomová práce nejdříve analyzuje průchod dílů měrovými středisky technické kontroly pro výrobu převodovek ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. ve vybraných týdnech v rozmezí 5 let. Následně jsou tato data optimalizována dle zadaných podmínek, porovnána s původními daty a vyhodnocena. Dále provádí návrh automatizačního systému pro tato měrová střediska. Nejdříve se zabývá vypracováním kompletní datové části (stromu programu) a následně se věnuje grafickému layoutu celého systému. Obsahuje také návrh hardwarové specifikace samotného systému. V závěru se zaměřuje na celkové ekonomické zhodnocení a výhled do budoucna.

Measure management automation at measure centers of technical control for gearbox production in ŠKODA AUTO a.s.

ANNOTATION:

This thesis first analyzes the process of part measurement at measure centers of technical control for gearbox production in ŠKODA AUTO a.s. in selected weeks within 5 years. Consequently, these data are optimized according to given conditions, compared to the original data and evaluated. Afterwards an automation system for measure centers is being designed. First, an entire program tree is being developed. Second, this thesis focuses on designing a graphical layout and suggests hardware specification of the system. The conclusion includes overall economic assessment and future outlook.

Klíčová slova: ŠKODA AUTO, OPTIMALIZACE TOKU DÍLŮ, MĚROVÉ STŘEDISKO, TECHNICKÁ KONTROLA, AUTOMATIZAČNÍ SYSTÉM

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2014

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 71

Počet obrázků: 32

Počet tabulek: 6

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Janu Jersákovi, CSc., za cenné rady a připomínky k vedení mé diplomové práce.

Dále děkuji pánům Ing. Jiřímu Karáskovi a Ing. Jiřímu Paldusovi za poskytnuté rady v průběhu řešení a celému týmu měrových středisek za poskytnuté informace.

Rád bych také poděkoval celé své rodině za jejich trpělivost při mém studijním úsilí.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Datum: 3. ledna 2014

Podpis:

Obsah

Seznam zkratk a použitých symbolů.....	9
Úvod.....	11
1. Charakteristika společnosti ŠKODA AUTO a.s.	12
1.1 Historie společnosti.....	12
1.2 Současnost.....	14
1.3 Budoucnost.....	15
2. Zařazení měrových středisek.....	16
2.1 Útvar VK – Výroba komponentů.....	16
2.2 Útvar VKM – Výroba převodovek MQ.....	17
2.2.1 Převodovka MQ200, MQ200GA, KA.....	18
2.2.2 Převodovka MQ100.....	19
2.3 Útvar VKT – Technický servis.....	19
2.4 Útvar VKT/5 – Technická kontrola výroby komponentů.....	20
2.5 Technická kontrola výroby dílů převodovky.....	20
3. Měrová střediska technické kontroly výroby dílů převodovky.....	22
3.1 Činnost měření na měrových střediscích.....	22
3.1.1 Měřené rozměry a parametry.....	24
3.2 Technické vybavení měrových středisek TK.....	25
3.2.1 Technické vybavení měrového střediska MQ200.....	25
3.2.2 Technické vybavení měrového střediska MQ100.....	25
3.2.3 Popis přístrojů používaných na měrových střediscích.....	25
4. Analýza a vyhodnocení současného stavu na měrových střediscích.....	30
4.1 Současný postup měření na měrových střediscích.....	30
4.1.1 Měrové středisko MQ200.....	33
4.1.2 Měrové středisko MQ100.....	35
4.1.3 Postup měření dílů pracovníků výroby.....	35
4.2 Analýza současného stavu kontrolních činností na MS.....	36
4.3 Hodnocení vytíženosti MS.....	37

4.4	Program na zjištění vytiženosti MS v požadovaných intervalech	38
4.5	Vyhodnocení grafického výstupu	40
4.5.1	Vyhodnocení měrového střediska MQ200	40
4.5.2	Vyhodnocení měrového střediska MQ100	42
5.	Návrh automatizace managementu měření na MS	44
5.1	Optimalizace průchodu dílů měrovými středisky	44
5.2	Teoretický návrh zlepšení průchodu dílů měrovými středisky	44
5.2.1	Podmínky pro optimalizační program	46
5.2.2	Popis optimalizačního programu	47
5.2.3	Výstup z optimalizačního programu	48
5.3	Požadavky na automatický systém pro MS	50
5.4	Návrh řídicího hardwaru a softwaru	53
5.4.1	Požadavky na řídicí SW a HW	53
5.4.2	HW specifikace	54
5.4.3	Strom programu – datová část	54
5.4.4	Layout počítače – grafická část	56
5.4.5	Možné problémy a jejich řešení	61
5.4.6	Umístění informačních obrazovek ve výrobě	62
6.	Zhodnocení	64
6.1	Přínosy a výhody automatizovaného systému	64
6.2	Ekonomické zhodnocení	65
7.	Závěr	66
	Seznam literatury	68
	Seznam příloh	71

Seznam zkratek a použitých symbolů

a.s.	akciová společnost
HP	koňská síla
mld.	miliarda
mil.	milion
max.	maximálně
min.	minimálně
s	sekunda
min	minuta
h	hodina
kg	kilogram
m	metr
mm	milimetr
μm	mikrometr
EUR	Euro
Kč	Koruna česká
VK	výroba komponentů
Nm	Newtonmetr
TK	Technická kontrola výroby dílů převodovky
KMS	Kontrolní měrové středisko ozubení
VW	Volkswagen
MQ	typ převodovky – Manuell (manuální), Quer (příčné uložení – vůči vozu)
DQ	typ převodovky – Doppelkupplungsautomat (dvojitá spojka – automat), Quer (viz. MQ výše)
SQ	typ převodovky – Sequentielle schaltung (sekvenční řazení), Quer (viz. MQ výše)
GA	z německého jazyka – Grosseachse (velká osová vzdálenost)
KA	z německého jazyka – Kurzeachse (krátká osová vzdálenost)
IO	z německého jazyka – in Ordnung (v pořádku)
NIO	z německého jazyka – nicht in Ordnung (není v pořádku)
NS	nákladové středisko
MS	měrové středisko

NM	náhradní měření
KPO	kontrolní plán operace
FIFO	z anglického jazyka – first in, first out (první dovnitř, první ven)
KP	kontrolní pracoviště (ve výrobě)
TRK	technický referent kvality
VD	výrobní dělník
SW	software
HW	hardware
Schaltrad	z německého jazyka – řazené kolo
Rad	z německého jazyka – kolo
M1, M2, M6, H2, H3	označení haly

Úvod

Diplomovou práci jsem vypracoval ve firmě ŠKODA AUTO a.s. při absolvování diplomantského pobytu na oddělení technické kontroly výroby dílů převodovek. Na začátku práce bude ve zkratce popsána historie a současnost společnosti s malým výhledem do budoucnosti.

Jedním z hlavních cílů této diplomové práce bude nejprve zařadit a popsat měrová střediska technické kontroly pro výrobu převodovek MQ100 a MQ200, a seznámit se s reálným stavem systému měření na těchto střediscích. Poté bude nutné analyzovat průchod dílů těmito měrovými středisky za určité zvolené období. To bude realizováno pomocí softwaru Microsoft Excel. Z těchto zjištěných dat pak budou vytvořeny grafy, podle kterých se provede samotná analýza.

Z této analýzy následně se navrhne optimalizace, která bude mít za cíl zefektivnit průchod měřených dílů měrovými středisky. To bude provedeno pomocí vypracovaného optimalizačního programu a následně opět vyexportováno do programu Excel. Výsledky současného a optimalizovaného stavu se porovnají a následně vyhodnotí.

Dalším hlavním úkolem bude na základě v praxi zaběhnutého systému měření navrhnout způsob a automatizaci managementu měření na měrových střediscích. To znamená vytvořit systém, který by nahradil současnou neefektivní podobu zapisování do papírových listů. Pro vytvoření takového systému bude potřeba připravit tzv. strom programu, který bude představovat datovou část celého systému. Následně se vypracuje layout – grafická podoba celého programu. U té bude snaha o co největší přehlednost a jednoduchost. Celý systém bude kompletně navržen, popsán a připraven pro zadání externí firmě na naprogramování. Bude zde také návrh rozmístění informačních obrazovek tohoto systému ve výrobě.

Následně bude vše zhodnoceno jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska přínosu pro měrová střediska, potažmo celou výrobu. Popsány budou výhody a nevýhody navrženého systému.

1. Charakteristika společnosti ŠKODA AUTO a.s.

ŠKODA AUTO a.s. se zabývá výrobou automobilů, která začala začátkem 20. století, tehdy ještě pod značkou Laurin & Klement. Za tuto dlouhou dobu se společnost stala významným výrobním a ekonomickým subjektem v České Republice, potažmo v celé Evropě. Po spojení s koncernem Volkswagen v devadesátých letech její důležitost pro českou ekonomiku vzrostla ještě více. Škoda se stala největším tuzemským exportérem posledních let. Svoji aktivitu nyní rozšiřuje na významných růstových trzích, Rusku a Číně, které nyní vykazují největší poptávku po automobilech obecně.

1.1 Historie společnosti

1895 – Založení společnosti Laurin & Klement (začátek výroby jízdních kol Slavia)

1899 – Přejít od výroby jízdních kol k výrobě motocyklů

1905 – Začátek výroby automobilů (první automobil Laurin & Klement A (nazývaný také Voiturette A), výkon 7 HP, objem motoru 1005 m³)



Obr. 1 Automobil Laurin & Klement A

Zdroj: [29]

1907 – Přeměna firmy na akciovou společnost (a.s.)

1925 – Fúze s plzeňským koncernem Škoda (první automobil s logem okřídleného šípů – Škoda Popular)

1939–1945 – Převod pod koncern Hermann-Göring-Werke a následná výroba zbraňových součástí a terénních vozidel

po roce 1945 – V rámci velké reorganizace přeměna na AZNP Mladá Boleslav (Automobilové závody, národní podnik)

1964 – Představení vozu Škoda 1000MB (určení podoby vozů Škoda na dalších 25 let, motor vzadu, pohon zadních kol)

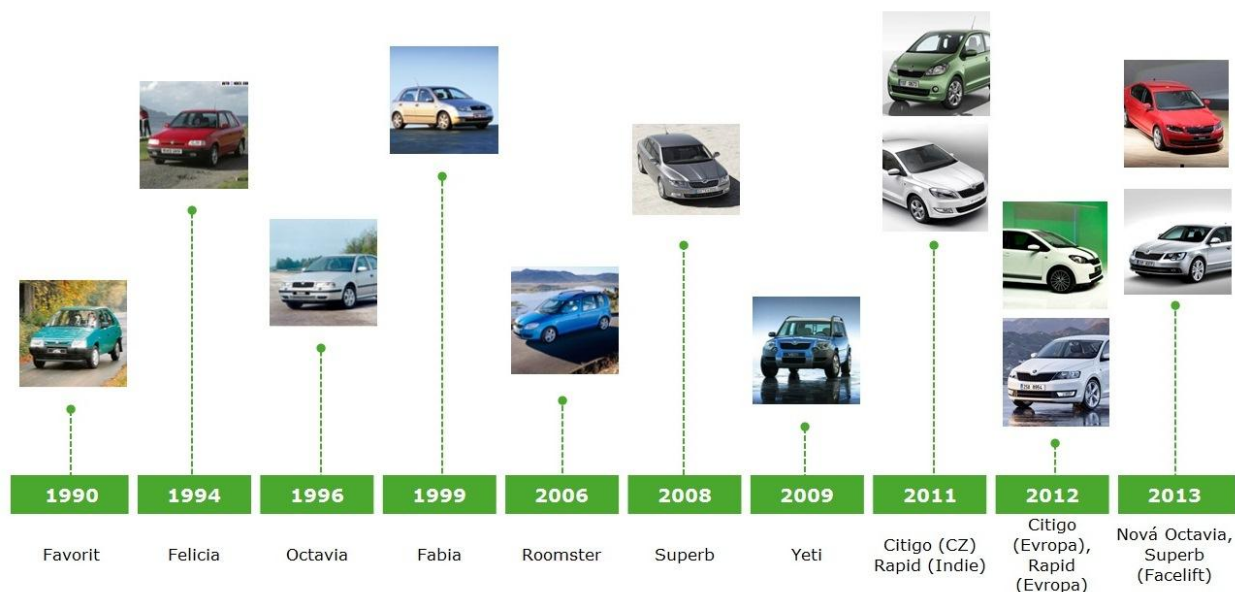


Obr. 2 Škoda 1000MB

Zdroj: [29]

1991 – Začlenění do koncernu Volkswagen

1991–2013 – Postupně výroba modelů Škoda Felicia (1994-1999), Octavia (1996), Fabia (1999), Roomster (2006), Superb (2008), Yeti (2009), Citigo (2011), Rapid (2012), Rapid Spaceback (2013)



Obr. 3 Vývoj modelů Škoda po roce 1990

Zdroj: [14]

1.2 Současnost

V současné době je v nabídce společnosti 8 modelových řad (viz výše) + jejich modifikace. Roční dodávka automobilů byla 939 000 vozů v roce 2012, což je již 10 let za sebou vzrůstající tendence. Nová strategie nazvaná růstový sprint počítá s odbytem větším než 1,5 mil. vozů v roce 2018, což představuje dvojnásobek oproti roku 2010. Společnost nyní zaměstnává celosvětově 26 400 pracovníků a je aktivní na více než 100 trzích.

ŠKODA AUTO a.s. má v současné době 3 výrobní závody v České republice. V hlavním závodě v Mladé Boleslavi probíhá výroba a montáž vozů Octavia, Fabia, Rapid a Seat Toledo. Dále zde probíhá výroba a montáž komponent jízdního ústrojí: motorů, převodovek a náprav. Závod ve Vrchlabí se specializuje od roku 2011 na výrobu automatické dvouspojkové převodovky DQ200. Závod Kvasiny vyrábí automobily Superb, Roomster a Yeti.

Další výroba probíhá v přidružených závodech po celém světě, a to konkrétně v Rusku (Kaluga, Nižnij Novgorod), Číně (Šanghaj, I-čeng, Ning-po), Indii (Pune, Aurangabad), Kazachstánu (Ust'-Kamenogorsk), na Slovensku (Bratislava) a Ukrajině (Solomonovo). Výroba v Číně přesahuje ročně 220 000 vozů, v Indii je to 35 000 vozů a na Slovensku čítá 36 000 vozů. Také se počítá například s výrobou až 110 000 vozů koncernu v závodě GAZ v Nižním Novgorodu v Rusku do roku 2018.

Zdroj: [8, 10, 11, 13, 14]

Tab. 1 Přehledová tabulka o společnosti ŠKODA AUTO a.s. ke dni 12. 11. 2013

Zdroj: (10, 13, 14)

	2010	2011	2012
Počet prodaných vozů	763 000	879 000	939 000
Meziroční nárůst výroby vozů	+11,5 %	+15,3 %	+6,8 %
Tržby	8,7 mld. EUR (cca 234,9 mld. Kč)	10,3 mld. EUR (cca 278,0 mld. Kč)	10,4 mld. EUR (cca 280,7 mld. Kč)
Provozní zisk	447 mil. EUR (cca 12,0 mld. Kč)	743 mil. EUR (cca 20,1 mld. Kč)	712 mil. EUR (cca 19,2 mld. Kč)
Počet zaměstnanců	24 714	26 565	26 404
Celkem výrobních závodů ve světě	6	6	7

pozn.: Pro přepočtení na Kč byl použit kurz 26,995 Kč za 1 EUR ke dni 12. 11. 2013

1.3 Budoucnost

V roce 2013 byla oznámena strategie modelová ofenzíva, která předpokládá obměnu celé modelové palety do roku 2015. Nyní zahrnuje 8 modelových řad a počítá ještě s uvedením řady deváté (nové SUV). Tato ofenzíva zahrnuje růstový sprint již zmíněný výše v kapitole 1.2. V následujících letech se počítá s uvedením nových vozů Fabia a Superb a faceliftu vozu Citigo.

2. Zařazení měrových středisek

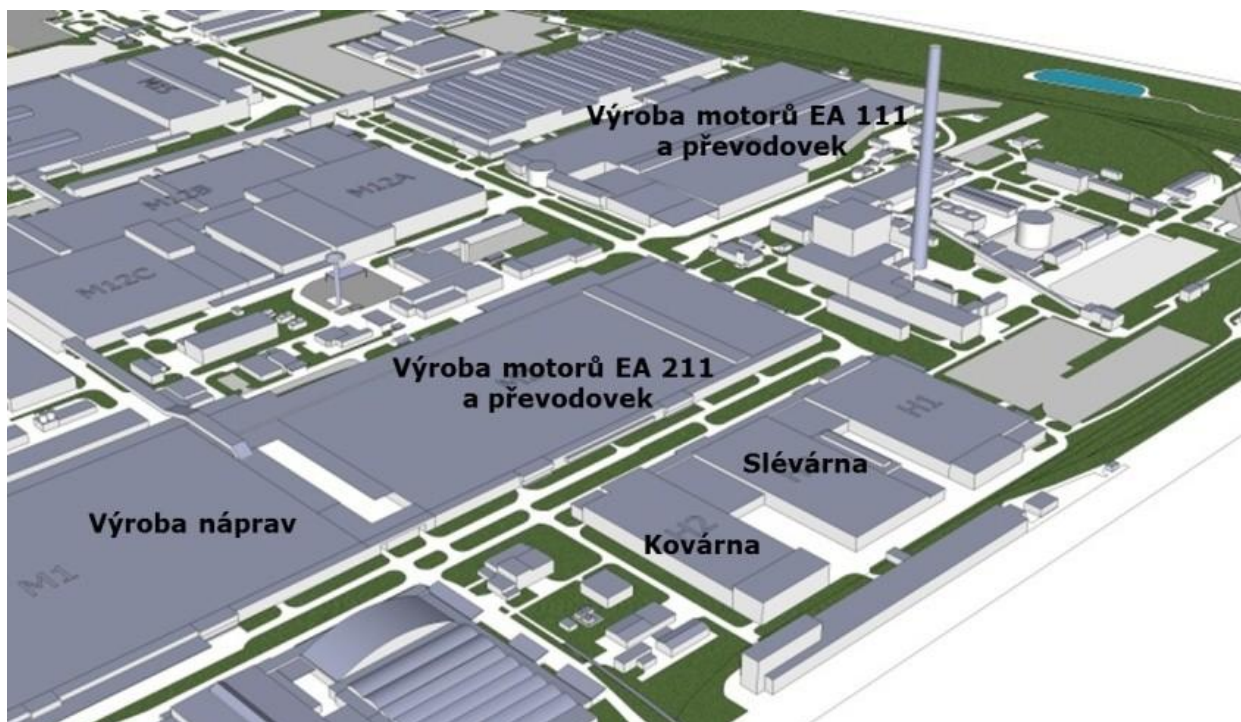
Měrová střediska, na něž se zaměřuje tato diplomová práce, spadají pod útvar VKT (výroba komponentů – technický servis), který spadá pod útvar VK – výroba komponentů. Dále bude popisován útvar VKM (výroba komponentů – převodovky MQ), jež má přímou souvislost s měrovými středisky.

2.1 Útvar VK – Výroba komponentů

Oblast VK (výroba komponentů) se zabývá výrobou komponentů hnacího a jízdního ústrojí. Výroba probíhá v halách M1, M2, M6 a hutních provozech H2, H3.

Obsahuje tyto útvary:

- VKV – Převodovky DQ
- VKM – Převodovky MQ
- VK1 – Motory EA111
- VK2 – Motory EA211
- VKA – Výroba náprav
- VKG – Slévárna a kovárna
- VKT – Technický servis
- VKL – Logistika / řízení koncernových agregátů
- VKC – Předsériové centrum komponentů



Obr. 4 Mapa výroby agregátu

Zdroj: [11]

Statistika

- Výroba motorů: 4400 motorů/den
- Výroba převodovek: 4900 převodovek/den
- Výroba náprav: 5000 náprav/den

Zdroj: [11]

2.2 Útvar VKM – Výroba převodovek MQ

Tento útvar zajišťuje výrobu pětistupňových manuálních převodovek MQ100, automatické pětistupňové převodovky SQ100, pětistupňových manuálních převodovek MQ200 a šestistupňových manuálních převodovek MQ200GA, KA. Celý proces výroby se skládá z těchto činností:

- Výroba ozubených dílů, kol a hřídelí
- Výroba synchronizace a skříňových dílů
- Celková montáž převodovky

V roce 2012 bylo vyrobeno v útvaru VKM 205 666 převodovek MQ100, veškeré dodávky byly pro koncern Volkswagen. Převodovek MQ200 bylo v roce 2012 vyrobeno

celkem 413 336 kusů, z toho 56 % pro ŠKODA AUTO a.s. a zbylých 44 % pro koncern Volkswagen. Podobná, lehce vzrůstající tendence se objevuje i v průběhu roku 2013. Odhad výroby (6/2013) v roce 2013 činí 779 500 celkově vyrobených převodovek. To je oproti roku 2012 s 629 329 převodovkami 24% nárůst.

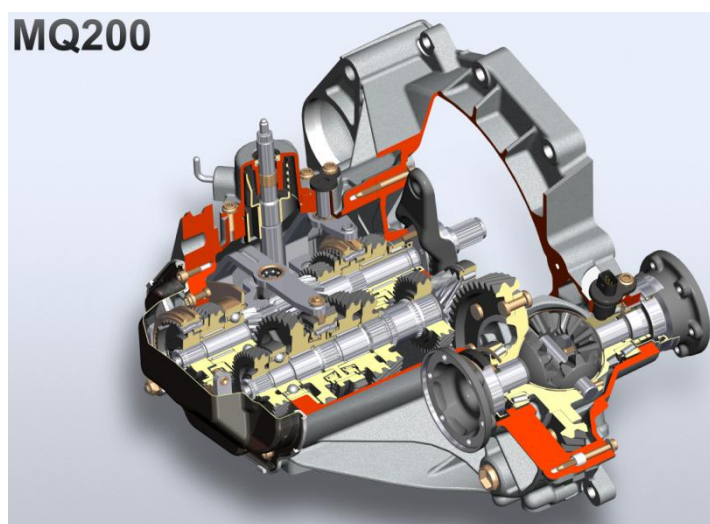
2.2.1 Převodovka MQ200, MQ200GA, KA

Převodovka MQ200 je manuální pětirychlostní převodovka s maximálním přenášeným krouticím momentem do 200 Nm, se skříní vyrobenou z hliníkové slitiny. Konstrukce je dvouhřídelová, řízení je lankové, ovládání spojky hydraulické. Hmotnost skříně je díky použití hliníkové slitiny pouze 33 kg. Obsahuje 1,9 l olejové náplně a je určena pro automobily s pohonem předních kol. Všechna ozubená kola jsou v trvalém záběru, mají šikmé ozubení (kromě kola zpětného chodu) a jsou uložena na jehličkových ložiskách.

Při vývoji byl kladen důraz na co nejmenší hmotnost, snadné a přesné řazení, optimální účinnost a modulovou konstrukci.

Převodovka MQ200GA, KA vznikla jako šestirychlostní derivát původní pětirychlostní MQ200.

Použití převodovek je v zástavbě s motory vznětovými i zážehovými různých výkonových variant (1,2 HTP, 1,2 TSI, 1,4 TSI) pro automobily Fabia, Rapid, Octavia, Roomster, Yeti a Suberb.

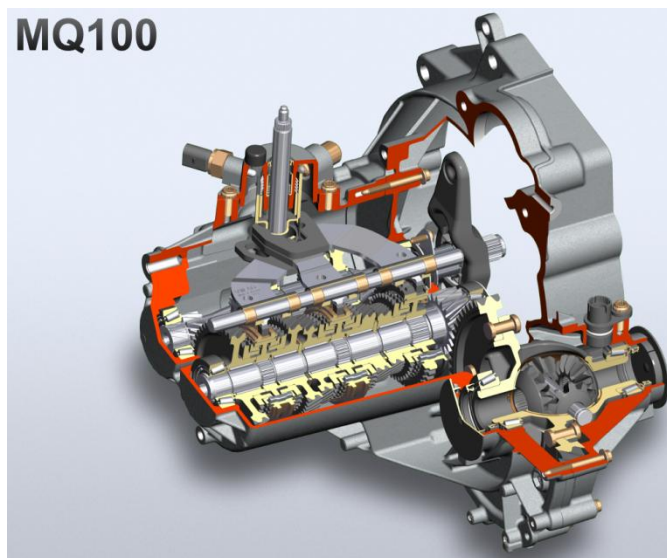


Obr. 5 Převodovka MQ200

Zdroj: [28]

2.2.2 Převodovka MQ100

MQ100 je také manuální pětirychlostní převodovka s maximálním přenášeným krouticím momentem do 120 Nm a možností automatizace (SQ100). Je to nejmenší převodovka koncernu Volkswagen s hmotností 27,5 kg. Konstrukce je obdobná jako u MQ200.



Obr. 6 Převodovka MQ100

Zdroj: [28]

2.3 Útvar VKT – Technický servis

Útvar VKT zajišťuje všechny specifické činnosti pro závod výroby komponent, které z technického hlediska umožňují bezproblémovou výrobu motorů, převodovek, náprav a polotovarů v hutní výrobě v požadovaném množství a kvalitě. Jedná se o údržbu strojů a zařízení, údržbu procesních materiálů a kapalin, obráběcího a montážního nářadí, správu technologických postupů a technickou kontrolu obrábění, montáží a metalurgických polotovarů. Rovněž se stará o zavádění a udržování systému ekologického řízení EMS.

Oblastmi útvaru jsou:

- VKT/1 – Procesní technika
- VKT/2 – Nářadí
- VKT/3 – Technologie – sériové plánování
- VKT/5 – Technická kontrola výroby komponentů
- VKT/6 – Centrální údržba

2.4 Útvar VKT/5 – Technická kontrola výroby komponentů

Útvar VKT/5 poskytuje služby svým interním zákazníkům především svou technickou podporou v oblasti řízení kvality výrobních procesů v oblastech výroby metalurgických polotovarů (kovárna, slévárny šedé litiny a hliníku), výroby motorů, výroby převodovek a montáží náprav.

Zaměřuje se především na činnosti spojené s těmito tématy:

- Ověřování kvalitativní způsobilosti výrobních a měřicích procesů
- Provádění speciálních měření
- Sběr a archivace kvalitativních dat z jednotlivých procesů SPC
- Ověřování a kalibrace šroubové techniky
- Ověřování a kalibrace měřicích přípravků
- Řízení neshodného výrobku
- Zpracování podkladů pro uvolňování procesů výroby
- Analýza kvalitativních problémů výrobních procesů
- Provádění RTG zkoušek

Pod útvar VKT/5 ve výrobě převodovek spadají kontrolní měrová střediska ozubení MQ (KMS) a měrová střediska technické kontroly dílů převodovky (TK). Pro převodovku MQ100 se KMS a TK nachází ve společných prostorách. Tato diplomová práce se zabývá dvěma z těchto měrových středisek. Jedná se o MS TK pro MQ100 a MQ200, na kterých byla provedena analýza postupu a toku dílů pro měření, její hodnocení v konkrétním kalendářním období a následné vypracování návrhu automatizace managementu měření na MS.

Zdroj: [8]

2.5 Technická kontrola výroby dílů převodovky

Cílem pracovníků technické kontroly výroby dílů převodovky je především zajištění kvality vyráběných dílů a montážních celků. Systém zajištění kvality vyžaduje nejen patřičné technické vybavení, kvalifikovanou obsluhu moderních obráběcích a kontrolních zařízení, ale vyžaduje i systematickou kontrolu kvality v průběhu celého výrobního toku jednotlivých dílů převodovky. Výroba hlavních komponentů převodovky (ozubená kola, hřídele, synchronní věnce, díly synchronizace) je velmi náročná na přesnost a kvalitu opracování. Systematickou kontrolu provádí jak samotná obsluha jednotlivých obráběcích strojů, tak pracovníci

technické kontroly na nejmodernějších měřicích zařízeních v celém průběhu procesu výroby a přispívají tak svou činností k vysoké kvalitě vyrobených převodovek.

Útvar technické kontroly (TK) výroby dílů převodovek je rozdělen do několika skupin, které působí v určitých oblastech a procesech celé výroby a jsou její neoddělitelnou součástí. Jedná se o měrové středisko MQ200, měrové středisko MQ100 a dílů synchronizace, měrové středisko skříňových dílů a TK kalírna.

Technická kontrola zajišťuje kontrolní činnost ve výrobě převodovek:

- Analyzuje stav kvality vyráběných dílů a vyhodnocuje jejich vývoj
- Každodenně uvolňuje výrobu z různých výrobních operací ve všech směnách
- Informuje o významných skutečnostech v kvalitě, nutných pro práci jiných odborných útvarů
- Spolupůsobí při vyhotovování organizačních směrnic zabezpečujících kvalitu dle ISO norem
- Archivuje doklady o kvalitě
- Realizuje a rozvíjí činnosti ze zavedeného systému kvality
- Vyhodnocuje nové či modernizované stroje po stránce kvality
- Zavádí a rozvíjí statistické metody ve výrobě
- Realizuje statistické výpočty a zpracovává výsledky kontrol pomocí statistických metod
- Realizuje a schvaluje řízení neshodného výrobku (interní i externí)
- Schvaluje a spolupůsobí při realizaci nápravných opatření k odstranění nedostatků
- Navrhuje a projednává změny v konstrukční a technologické dokumentaci
- Navrhuje a zavádí nové metody měření do výroby
- Navrhuje technické přejímací podmínky výrobních a měřicích zařízení
- Plánuje aktivity pro zlepšení kvality
- Analyzuje díly vadných převodovek z montážních linek
- Realizuje měření nad rámec standardního měření ve výrobě (technologické zkoušky, konstrukční zkoušky, ověřování při zavádění nových technologických předpisů atd.)

Zdroj: [7]

Měrová střediska pro měření dílů převodovek MQ100 a MQ200, kde je následující práce aplikována, jsou umístěna v hale M2.

3. Měrová střediska technické kontroly výroby dílů převodovky

Cílem činnosti měrových středisek je především zajištění kontrolních činností v celém procesu výroby (systematickou kontrolu kvality ve výrobě jednotlivých dílů).

Obě měrová střediska technické kontroly jsou umístěna, jak již bylo zmíněno, v hale M2. Měrové středisko MQ200 zajišťuje měření v nepřetržitém provozu a v noční směně provádí měření za měrové středisko MQ100, které pracuje ve dvousměnném provozu.

Kolektiv pracovníků TK musí vždy spolupracovat a řešit společně problémy vzniklé ve výrobě. Kvalita převodovek a zákazník je zde na prvním místě.

3.1 Činnost měření na měrových střediscích


Proces výroby každého dílu probíhá v několika výrobních operacích, kde každá výrobní operace má kromě výrobního postupu také svůj tzv. kontrolní plán operace (KPO). KPO je z pohledu měření přesně vyspecifikovaný technologický předpis, kterým je jednoznačně stanoveno, jaké parametry a v jakých tolerancích, jakými měřidly, kde (zda přímo ve výrobě či na MS) a na kolika kusech se bude měřit. Pro případ poruchy měřidla je zde určený také náhradní způsob měření. Tedy např. po prvních výrobních operacích se provádí ověření technologických základů obrobeneho dílu, které mají zásadní vliv na přesnost výroby na dalších výrobních operacích a vychází z nich seřízení obráběcích strojů v dalším procesu výroby. Obdobně probíhá i kontrola prvního kusu po započetí výroby, výměně nástroje, orovnění, přeseřízení stroje (v důsledku opotřebení nástroje či změny vyráběného typu dílu) na jednotlivých operacích.

V případě výskytu problému na montážní lince, ať už např. problematické kompletace jednotlivých dílů, předmontážních celků, či projevu zvýšené hlučnosti na kontrolním hlukovém stavu, se provádí analýzy dílů, na nichž se zvýšený hluk projevuje, a reaguje snížením hlučnosti při jejich případné výměně. Následně se tak měří parametry za účelem stanovení příčiny, které zvýšený hlukový projev způsobují. Díly se detailně proměřují a na základě těchto měření probíhá úzká spolupráce s pracovníky montáží a útvaru kvality (analýzy) při zjišťování a odstraňování příčiny vzniklé závady. Na základě zjištěných příčin se stanovují opatření přímo do výroby.

Další nezanedbatelné činnosti měření, nazývané tzv. ostatní měření:

- Měření technologických zkoušek
- Provádění kvalitativních přejímk nových či rekonstruovaných strojů a měřicích zařízení
- Měření kusů dle KPO v režimu náhradního měření (NM)
- Měření dílů a zkoušek pro technický vývoj
- Vyhodnocování zlepšovacích návrhů z kvalitativního hlediska
- Měření při zavádění nových technologických předpisů
- Ověřování navrhnutých způsobů měření (možnost nasazení ve výrobě)
- Měření pro jiné útvary v rámci útvaru V a závodů Škoda či VW
- Porovnávací měření s dodavatelskými firmami (externí)

Zdroj: [7]



KONTROLNÍ PLÁN OPERACE

POUŽÍVEJ KALIBROVANÁ MĚŘIDLA

UDRŽUJ MĚŘIDLA V ČISTOTĚ

KONTROLUJ ČISTÉ KUSY

četnost měření - počet kusů nebo náměrů po sobě jdoucích
interval - časový interval mezi jednotlivým měřením, (v minutách)
platí pro - platí pro vypsání dílu

seřízení kontrolního přístroje - při zahájení práce a před každým měřením (pokud není interval uveden u nastavovacího kusu)

záznam - způsob záznamu do kontrolních karet
0 bez záznamu, A atributivní znak (pevná měřidla)
V variabilní znak (číslíková měřidla), SK sledovací karta dílu
SPC karta SPC, SPC-E elektronický sběr dat
Na pracovišti uchovávat 1. kus dle směrnice 15.VA.04

Číslo dílu : 0CF 311 145 G,K,H,L			Č. operace: 130		Středisko: 2131	
Č. ROZM.	VÝROBCE	DRUH	ROZMĚR	Četnost	INTERVAL	POZNÁMKA
1	805SE000	MESING	Ø 32 G6 (+0.025; +0.009)	3	90	NM - dutinoměr
1	805SE000	MESING	Ø 32 G6 (+0.025; +0.009)	1	15 *	NM - dutinoměr
1	805S7009	nastav. kus	-/-	1	120	
1		dutinoměr	Ø 32 G6 (+0.025; +0.009)	1	15	NM (bez SPC-E)
5		dutinoměr	Ø 31,980...31,990 (po 1. honování)	1	po výměně nástroje a změně typu	
2		hrotový přístroj,	čelní házení náboje - levá strana 0,04 / prům. 36	1	60	
3		úchytkoměr	čelní házení náboje - pravá strana 0,02 / prům. 36			
2, 3	1-94-18452-3	trn kuželový	-/-			
4		drsnoměr	drsnost Rz 4 - axiálně	1	30 a po změně typu	NM - TK
4	RNDX2	normál drsnosti	-/-	1	480	
6		DO3	Var. fHb max. 23µm (3 zuby po 120°)	1	60 a dle poznámky	Měření po 60-ti min. od měření na KMS a poslední kus před změnou dílu.
	Klingelberg		Var. fHb max. 23µm (4 zuby po 90°)	1	dle poznámky	Měřit 1. kus při najetí kol schaltr. 4.r.
		profiloměr	drsnost Rz 2,5 - po obvodu vlnitost Vt1 2 - po obvodu	1	1x týdně	TK
		kruhoměr	kruhovitost 0,003 - prům. 32 G6 rovnoběžnost 0,007 - v prům. 32 G6 přímost 0,003 konvex. nebo konkav. v prům. 32 G6	1	480 a po výměně nástroje	TK

Poznámka: * - měření provádět po 15-ti min. od měření se záznamem SPC-E

Obr. 7 Ukázka kontrolního plánu operace

Zdroj: [vlastní]

3.1.1 Měřené rozměry a parametry

Velmi důležitou položkou v činnosti týmu pracovníků technické kontroly výroby dílů převodovky je měření rozměrů, parametrů tvarů a profilů jednotlivých částí ozubených kol, hřídelí, dílů synchronizace atd. Kontrolovány jsou tak velké i malé rozměry, a to jak vnější, tak vnitřní:

- a) Délkové rozměry:
 - a. Průměry
 - b. Délky, výšky

- b) Tvary:
 - a. Úhly
 - b. Kužele
 - c. Závity
 - d. Tvarové zápichy, sražení, náběhy, rádiusy

- c) Odchylky tvaru a polohy (makrogeometrie povrchu)
 - a. Odchylky tvaru
 - I. Odchylka přímosti
 - II. Odchylka rovinnosti
 - III. Odchylka kruhovitosti
 - IV. Odchylka válcovitosti
 - b. Odchylky polohy
 - I. Odchylka rovnoběžnosti
 - II. Odchylka souososti
 - III. Odchylka souměrnosti
 - IV. Odchylka kolmosti dvou ploch
 - c. Odchylky házení
 - I. Odchylka radiálního házení
 - II. Odchylka axiálního házení
 - III. Odchylka házení v daném směru
 - IV. Odchylka úplného radiálního házení
 - V. Odchylka úplného axiálního házení

- d) Jakost obrobené plochy (mikrogeometrie povrchu)
 - a. Základní profil (P – parametry)
 - b. Vlnitost povrchu (W – parametry)
 - c. Drsnost povrchu (R – parametry)

Zdroj: [7, vlastní]

3.2 Technické vybavení měrových středisek TK

3.2.1 Technické vybavení měrového střediska MQ200

Pracovníci tohoto MS mají k dispozici pro měření výše uvedených parametrů, kromě ručních komunálních měřidel (výškoměr, posuvné měřítko, dutinoměr, mikrometr, úchylkoměr atd.), upínacích prvků (hrotové přístroje), opěrných prismatických a jiného příslušenství, hlavně automatické měřicí přístroje.

Automatické měřicí systémy:

- Kombinovaný kruhoměr Hommel Roundscan 555
- Profiloměr Hommel-Etamic T8000RC
- Kruhoměr Hommel-Etamic F4004
- Optický měřicí přístroj Opticline

3.2.2 Technické vybavení měrového střediska MQ100

Na tomto středisku jsou k dispozici, kromě ručních komunálních měřidel (viz výše), tyto automatické měřicí systémy:

- Profiloměr Hommel-Etamic T8000RC (2 ks)
- Kruhoměr Hommel-Etamic F4004

3.2.3 Popis přístrojů používaných na měrových střediscích

3.2.3.1 Kombinovaný kruhoměr Hommel Roundscan 555

Hommel Roundscan 555 je měřicí přístroj vyráběný německou společností Jenoptik AG. Umožňuje kombinované měření kruhovitosti, drsnosti povrchu a profilových parametrů, což v praxi znamená značnou univerzálnost a úsporu času. Díly se nemusí měřit zvlášť na profiloměru a zvlášť na kruhoměru – tzn. nemusí se znovu upínat a centrovat. Součástí je

plnoautomatické vyrovnání dílu. Měřicí hlava s měřicí sondou je pohyblivě uložena na vertikálním sloupu, pojízdném ve směru osy r.

Měření probíhá ve třech hlavních osách, kterými jsou: osa vertikální (z), horizontální osa (r) a rotační osa (c, kolem osy otočného upínacího stolu). Další možnost měření je v osách r a z. Upínání obrobku zajišťuje otočný stůl průměru 330 mm, který je upevněn na vzduchovém ložisku. Přístroj je vybaven CNC řízením, které je propojeno s vyhodnocovacím systémem TurboForm nainstalovaném na přítomném počítači.

Důležitou součástí je tuhá granitová deska o hmotnosti ~550 kg pro pohlcení rázů a vibrací z okolního prostředí, na které je přístroj umístěn. Tato deska je pružně upevněna na měřicím stole.

Tab. 2 Technické údaje kombinovaného kruhoměru Hommel Roundscan 555

Maximální měřený průměr	430 mm
Maximální měřená výška	550 mm
Úchylka přímosti – osa r	0,25 μm / 100 mm
Úchylka kruhovitosti – osa c	0,02 μm + 0,0005 μm / mm měřené výšky
Úchylka přímosti – osa z	0,15 μm / 100 mm
Maximální hmotnost měřeného dílu	60 kg
Měřicí a pozicovací rychlost	0,2 – 50 mm/min

3.2.3.2 Kruhoměr Hommel-Etamic F4004

Hommel-Etamic F4004 je kruhoměr umožňující měření kruhovitosti, válcovitosti a ostatních běžných úchylek tvaru. Konstrukce je obdobná jako u přístroje Roundscan 555. Na granitové desce je otočná upínací hlava o průměru 250 mm uložena ve vzduchovém ložisku a stojan s pohyblivostí v ose r, na kterém je umístěna měřicí sonda. Ta je pohyblivá v ose z. Upínací sklíčidlo je otočné kolem osy c. Součástí je plnoautomatické vyrovnání dílu.

Přístroj je řízen pomocí CNC řízení, které je propojeno s počítačem. Pro vyhodnocování naměřených rozměrů je používán software TurboForm. Granitová deska pro tlumení rázů a vibrací má hmotnost ~250 kg.

Tab. 3 Technické údaje kruhoměru Hommel-Etamic F4004

Maximální měřený průměr	380 mm
Maximální měřená výška	350 mm
Úchylka přímosti – osa r	0,5 μm / 100 mm
Úchylka kruhovitosti – osa c	0,05 μm + 0,0005 μm / mm měřené výšky
Úchylka přímosti – osa z	0,2 μm / 100 mm
Maximální hmotnost měřeného dílu	40 kg
Měřicí a pozicovací rychlost	1–10 mm/min

3.2.3.3 Profiloměr Hommel-Etamic T8000RC

Hommel-Etamic T8000RC je kombinovaný měřicí přístroj určený pro měření kontur (úhlů, rádiusů, sražení a různých tvarů povrchu) a jakosti povrchu (drsnoti, vlnitosti, primárních profilů) také od společnosti Jenoptik AG.

Měření zajišťuje posuvová jednotka s měřicím snímačem, umístěná na vertikálním pojízdném sloupu. Rozsahy měření jsou uvedeny v tabulce 4. Měření probíhá ve 2 osách (x, z). Přístroj je vybaven CNC řízením a vyhodnocení naměřených hodnot zajišťuje software Turbo Wave.

Granitová deska, která slouží k pohlcení rázů a vibrací, má hmotnost 150 kg. Na této desce je umístěn svěrák pro upevnění obrobku. Zajištění svěráku probíhá pomocí dvou šroubů zapuštěných do T drážky. Je zde také možnost použití magnetického prizmatu.

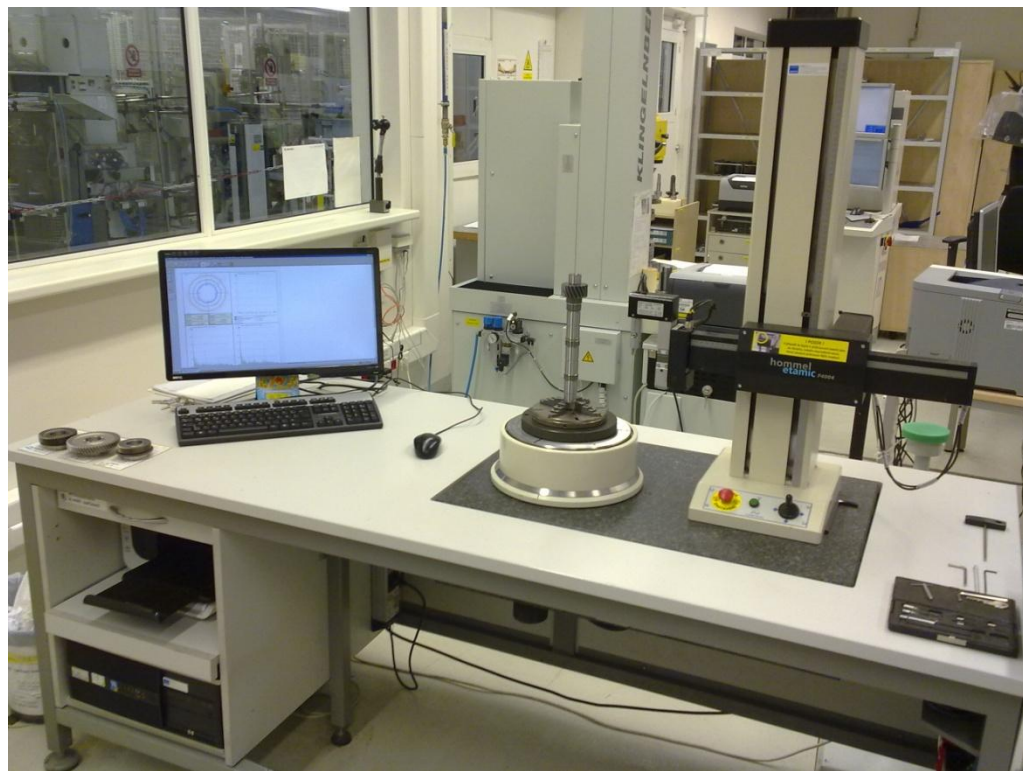
Tab. 4 Technické údaje profiloměru Hommel-Etamic T8000RC

Maximální svislý zdvih – osa z	60 mm
Maximální měřená dráha – osa x	120 mm
Přesnost osy x	$\pm 1 \mu\text{m}$
Přesnost vedení	$\leq 0,4 \mu\text{m}$ / 120 mm
Měřicí rychlost	0,1 – 12 mm/s



Obr. 8 Pracoviště s přístrojem Hommel Roundscan 555 (MS MQ200)

Zdroj: [vlastní]



Obr. 9 Pracoviště s přístrojem Hommel-Etamic F4004 (MS MQ100)

Zdroj: [vlastní]



Obr. 10 Pracoviště s přístrojem Hommel-Etamic T8000RC (MS MQ100)

Zdroj: [vlastní]

4. Analýza a vyhodnocení současného stavu na měrových střediscích

Na měrových střediscích je z důvodu přesnosti a reprodukovatelnosti měření vyžadována stálá teplota $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplota je zajišťována temperováním vzduchotechnickými jednotkami. Důležité také je, aby všechny díly donesené na měrové středisko byly před samotným měřením dostatečně očištěny a temperovány na teplotu okolí, v němž jsou měřeny (MS). Není přípustné měřit díly právě obrobené či jinak tepelně ovlivněné, stejně tak díly dostatečně neočištěné obsahující prach, zbytky řezné chladicí emulze, špony či jiné nečistoty, které by výsledek měřeného parametru mohly ovlivnit a zkreslit.

Měření veškerých parametrů musí být velmi přesné, neboť tolerance výkresových rozměrů se pohybují v μm , proto je stálost měřicího prostředí velice důležitá. Nutná je také pravidelná údržba a kalibrace měřicích přístrojů. Ověření přesnosti měření je prováděno pracovníkem MS jednou za týden a kompletní kalibrace vč. údržby certifikovaným servisem dodavatelské firmy jednou za rok. U každého přístroje je tzv. plán údržby, kde je vše uvedeno a popsáno.

4.1 Současný postup měření na měrových střediscích

Současný způsob postupu předání dílu, měření na MS a reakce na výsledek měření bude vysvětlen na standardním měření dle předpisu v KPO (k dispozici na pracovišti – umístěné v KP). Dle KPO odebere obsluha obráběcího stroje díl, který potřebuje na MS změřit. S řádně vyplněnou identifikační závěškou „díl k dalšímu zpracování“ přinese tento díl na měrové středisko (obr. 11). Do přítomné evidenční tabulky měření (papírová podoba) zapíše datum a čas předání dílu na MS, číslo obráběcí operace, číslo dílu, inventární číslo obráběcího stroje, výrobní dávku a slovní zadání, co požaduje změřit. Dále se dotáže pracovníka technické kontroly na přibližný čas, kdy bude možné si pro díl přijít. Ten na základě počtu dílů ve frontě, různých způsobů měření a svých zkušeností odhadne celkovou časovou náročnost měření a sdělí přibližný předpokládaný čas, za jak dlouho bude díl změřen, a sdělí ho pracovníkovi výroby.

V minulosti byly na základě vyhodnocení reálně prováděných měření provedeny optimalizace, kdy se stanovily přibližné časy, kdy by se díly měly donést na MS. V ideálním případě, kdy se na MS objevují převážně měření v pravidelných intervalech, má tento způsob

řízení pozitivní vliv a nedochází k zahlcení MS díly k měření. Skutečnost zaběhnuté výroby je ovšem taková, že při dnešních nárocích sériové výroby (vícestrojová obsluha, pravidelný start výroby po víkendové pauze, nutná seřízení při korekcích, při výpadcích na strojích, při výměně nástrojů, při změně vyráběného dílu na univerzálním obráběcím stroji, při změně typu (indexu) daného dílu, při nepravidelném provozu některých obráběcích strojů dle potřeby výroby, nepravidelné technologické či vývojové zkoušky, zkoušky stabilit strojů nových či po opravách, analýzy z montážních linek atd.) se někdy měření i přes provedenou optimalizaci na MS nahromadí.

Všeobecně lze říci, že je nutno reagovat na potřeby výroby, a potom je takovýto systém spolehlivý. V případě vyšších nároků na měření může nastat situace, kdy se měření na MS nahromadí a celkový čas měření (odezva do výroby) se prodlužuje. V takový okamžik vznikají občas situace, kdy si pracovník výroby přijde pro díl a výsledek měření v původně odhadovaný čas, ale díl ještě není změřen. Pracovník tedy odejde a vrátí se pro díl později. Pokud je požadovaný díl již změřen, pracovník měrového střediska zapíše výsledek měření do evidenční tabulky měření k již existujícímu záznamu od pracovníka výroby (viz dále) a doplní datum a čas ukončení měření a připojí svůj podpis. Výsledek měření je dvojitý, a to buď IO (díl v pořádku), nebo NIO (díl není v pořádku). Pokud je díl IO, pracovník výroby (VD) si díl převezme a může pokračovat ve výrobě a další měření následuje dle předpisu v KPO. V případě výsledku NIO musí daný obráběcí stroj zastavit a provést takové kroky, aby daný parametr seřídil do požadované tolerance (seřízení, korekce, výměna obráběcího plátku atd.). Po seřízení stroje vyrobí nový kus a donese jej opět na MS. Zde díl zapíše do evidenční tabulky měření, stejně jako v předchozím případě, ale tentokrát do tabulky pro „měření po seřízení“. Postup seřizování obráběcího stroje a měření se opakuje, dokud není výsledek měření IO. Potom je vše v pořádku a pracovník výroby může pokračovat ve výrobě. Tento postup všeobecně platí pro jakákoli prováděná měření technickou kontrolou pro standardní uvolnění výroby.

Z tohoto důvodu a také z důvodu co nejrychlejšího přenosu informace o měření z MS přímo k pracovníkovi výroby a danému stroji by bylo vhodné vytvořit informační systém, který toto zajistí a v reálném čase zprostředkuje.

SKODA AUTO a.s. D 166

DÍL K DALŠÍMU ZPRACOVÁNÍ

objímka synchr. spojky 3.-6.r.

Číslo dílu
Název dílu 02T 311 315 D

Tavba/
Svítek Operace 30

Středisko 2145

Datum 18.1 Kusů 1

Dne	Jméno	Kusů	Q
inv. č. - 042			
Podpis			

Podpis
Ev. číslo 2234/1

Obr. 11 Lístek „Díl k dalšímu zpracování“

Zdroj: [vlastní]

Měření kusů na TK, předepsané v KPO												
Dne	Čas	Op.	Číslo dílu	č. stroje	Dávka	Zadání	Výsledek	Dne	Čas	Měřil TK		
3.12.	14 ⁴⁵	130	261 A		116	ROUNO KDVO	OK	3.12	15:11	ST		
3.12.	14 ⁵⁰	130	205E	086	176	KRUH. ROVN.	OK	3.12	16:11	ST		
3.12.	14 ⁵⁵	130	1039 F	083	229	KRUH. ROVN.	OK	3.12	16:11	ST		
3.12.	14 ⁵⁵	130	1039 D	084	105	KRUH. ROVN.	OK	3.12	16:30	ST		
3.12.	14 ⁵⁵	130	205 A	082	39	LOUČ.	OK	3.12	16:10	ST		
3.12.	15 ⁰⁰	130	151 N	101	44	KRUHOVITOST BOVLOREŽNOST	OK	3.12	16:41	ST		
3.12.	16 ⁰⁰	130	129 PZ	099	138	- 1 1 -	NE	3.12	16:40	ST		
3.12.	16 ⁰⁰	130	158 Q	103	61	- 1 1 -	OK	3.12	16:31	ST		
3.12.	16 ⁰⁰	130	1454 J	051	58	- 1 1 -	OK	3.12	16:25	ST		
3.12.	16 ⁰⁰	130	158 A K	008	15	- 1 1 -	OK	3.12	16:05	ST		
3.12.	16 ²⁰	10	205AP	050	3	Stožec hlava + podp. kosa prog.	OK	3.12.	17 ⁰⁰	ST		
3.12.	16 ²⁰	10	205AP	051	2	Stožec hlava	OK	3.12.	17 ⁰⁰	ST		
3.12.	16 ³⁰	130	251 B		6	ROUNO KDVO	OK	3.12	17:00	ST		
3.12.	17 ⁰⁰	10	205AP	049	1	Stožec hl. sp	OK	3.12.	17 ⁰⁰	ST		
3.12.	18:00	5+10	261 -			CELK. MĚŘENÍ	OK	4.12	5 ⁰⁰	ST		

Obr. 12 Ukázka zapisování do listu „Měření na TK, předepsané v KPO“

Zdroj: [vlastní]

Měření kusů na TK po seřízení

Dne	Čas	Op.	Číslo dílu	č. stroje	Dávka	Zadání	Výsledek	Dne	Čas	Měřil TK
27.11.	4 ³⁰	130	129AJ	099	118	KRUH+ROVN	OK	27.11.	4 ⁴⁰	3
27.11.	4 ³⁰	130	158BB	103	28	- 1 1 -	OK	27.11.	5 ⁰⁰	5
27.11.	12 ⁰⁰	5	350P	020	6	KRUH + ROVIN	NE	27.11.	12 ³⁵	BUKAL
27.11.	12 ⁰⁰	5	129 AJ	018	127	KRUH + ROVIN	OK	27.11.	12 ¹⁵	BUKAL
27.11.	15 ⁰⁰	55	020311205M	062	23	ROVNOST. DÍLE. I, II	OK	27.11.	15 ⁰⁰	11
27.11.	15 ⁰⁰	5	159 R	019	17	ROV. KRUH.	OK	27.11.	16 ⁰⁵	BUKAL
27.11.	17 ⁰⁰	5	210 P	020	8	ROV. KRUH.	NE	27.11.	17 ²⁰	BUKAL
27.11.	19 ⁴⁵	130	158 Q	103	46	ROVNOST. KRUH. ROV.	NE	27.11.	20 ¹⁰	95
28.11.	1 ⁰⁰	5	159 AK	020	12	- 4 -	NE	28.11.	1 ¹⁰	95
28.11.	2 ⁰⁰	5	159 AK	020	12	- 4 -	OK	28.11.	2 ⁰⁵	95
28.11.	3 ⁰⁰	130	158 RQ	103	7	- 1 -	NE	28.11.	3 ³⁰	95
28.11.	3 ⁰⁰	130	020311203AF	084	33	KRUH, ROVN, R ₂ , W+	OK	28.11.	3 ¹⁰	95
28.11.	3 ²⁰	5	159 AK	044	11	KRUH. + ROVN.	OK	28.11.	3 ⁴⁰	95
28.11.	13 ⁰⁰	5	154 AV	019	17	KRUH + ROVIN	OK	28.11.	13 ²⁵	BUKAL
28.11.	13 ⁰⁰	5	154 N	044	12	- 1 1 -	OK	28.11.	13 ³⁵	BUKAL

Obr. 13 Ukázka zapisování do listu „Měření kusů na TK po seřízení“

Zdroj: [vlastní]

4.1.1 Měrové středisko MQ200

V současné době pracují na středisku vždy současně 2 pracovníci (TRK). První pracovník pracuje v nepřetržitém provozu na 12 hodinové směny (denní a noční). Na této pozici se střídají 4 pracovníci. Druhý pracovník vykonává měření v klasickém třisměnném provozu (osmihodinová směna). Zde se střídají 3 lidé.

Rozložení činností souvisejících s měřením je převážně následovné: pracovník vykonávající měření v nepřetržitém provozu obsluhuje kombinovaný kruhoměr Hommel Roundscan 555 a kruhoměr Hommel-Etamic F4004, druhý pracovník obsluhuje profiloměr a měření ručními měřidly.

4.1.1.1 Priority měření na MS MQ200

Všeobecné pravidlo odbavování měření ve frontě je pravidlo FIFO (první v řadě je jako první odbaven). Praktické priority měření na tomto MS jsou na kruhoměru a kombinovaném kruhoměru takovéto: Největší nápor měření na MS je při začátku výroby v každém týdnu po víkendové pauze. Z technických důvodů a vlastností obou měřicích přístrojů se hřídelové díly (hnací hřídel, pastorek) měří prioritně na přístroji Roundscan 555 a kola (Schaltrad i Rad) na kruhoměru F4004. Hřídelové díly jsou náročnější na vyrovnaní a

také samotné měření je časově náročnější, z toho důvodu jsou měřeny na rychlejších přístroji. Nejprve jsou měřeny díly s větší četností měření (po operaci broušení) a to v pořadí, v němž byly doneseny ke změření. V případě nutnosti změny pořadí odměřování jednotlivých dílů ve frontě na měření se bere v potaz, z jakého stroje je díl donesen (rizikový stroj) a zda se jedná o díl mající přednost (rizikový díl). Tato rizika jsou posuzována na základě četnosti výskytu NIO výsledků u daného dílu, stroje a dle požadavku pracovníka výroby, který sdělí, že aktuálně provádí seřízení stroje a je zde riziko NIO výsledku. Tak se přidělí tomuto měření větší priorita. Toto pravidlo platí pro všechny díly, ať už se jedná o hřídelové díly, kola Rad, Schaltrad, atd. Poté jsou prioritně měřeny díly s menší četností měření. Obvyklé intervaly měření dílů na MS jsou 240 a 480 minut (tzv. větší četnost). Rozměry měřené s menší četností se poté měří v denním či týdenním intervalu (1440 a 10080 minut). Tyto rozměry již nejsou tak důležité, a proto může být priorita měření menší. Pouze může být přednostně vybrán díl, který není tak časově náročný na změření. Měření dvoutýdenní či měsíční slouží spíše jako informativní o daném výrobním procesu. Mimo tato standardní měření se provádí ještě měření ostatní (analýzy, zkoušky, reklamace, atd.) a ty jsou odměřovány jako poslední, pokud se nevyskytne jiný důvod k přidělení větší priority.

Stejným způsobem jsou zde odměřovány díly z převodovky MQ100 v noční směně a proměřování tvaru malého oka u ojnice ve všech třech směnách.

Pokud je na MS přítomno více dílů, zohledňuje obsluha měřicích zařízení také nutnost změny nastavení způsobu upnutí (např. upínacích kleštín, atd.). Z tohoto důvodu např. u hnaného kola rozvodovky či ojnice (bývá velmi zřídka výskyt NIO výsledků, ale je zde nutnost výměny upínacích kleštín na měřicím přístroji) se prioritně odměří kola či hřídelové díly a teprve potom se přenastaví upínací kleštiny a díl se změří.

U profiloměru T8000RC je situace obdobná. Měřené díly jsou odbavovány v pořadí, v němž byly na MS doneseny se zohledňováním již zmíněných okolností. Hlavní odlišnost oproti měření na kruhoměrech spočívá v tom, že na 2 kruhoměrech měří 1 TRK a obsluhuje je střídavě do spuštění CNC měřicího programu, popř. spuštění dalšího kroku v CNC programu. Při měření na profiloměru musí být stále přítomen 1 TRK. Další odlišností na profiloměru je časová náročnost některých měření (v základu závislá na složitosti měření). Např. měření tvaru sražení, tvaru jednoho zápichu či drsnost jedné plochy je poměrně rychlé, ovšem měření tvaru všech zápichů na některém z hřídelových dílů je časově velmi náročné. Proto je někdy nutné při určování priorit měření posoudit situaci i s ohledem na časovou náročnost daného měření z důvodu rychlého odbavení, a tudíž neblokovaní měřicího přístroje a uvolnění jiných

obráběcích strojů. Pozn.: pokud je již měřen díl s velkou časovou náročností a je donesen díl s malou časovou náročností, měření se nepřerušuje.

4.1.2 Měrové středisko MQ100

Na tomto středisku jsou přítomni celkem 3 pracovníci, kteří se střídají ve dvousměnném provozu (ranní a odpolední směna), přičemž na ranní směně jsou 2 pracovníci. Jeden z těchto pracovníků obsluhuje profiloměr T8000RC a druhý kruhoměr F4004 a v případě potřeby druhý profiloměr. Na odpolední směně jeden pracovník obsluhuje jak kruhoměr, tak profiloměr. Měření v noční směně je zajištěno na MS pro MQ200.

4.1.2.1 Priority měření na MS MQ100

Priority měření pro toto MS jsou obdobné jako na MS MQ200 s tím rozdílem, že prvotní uvolnění výroby v každém týdnu po víkendové pauze je prováděno MS pro MQ200.

Díly z analýz, zkoušek či reklamací jsou měřeny obvykle v průběhu dne, aby byl dosažen požadovaný termín změření.

Pokud jsou na měrovém středisku díly se stejnou prioritou, pracovník MS měří nejprve díly, které jsou změřeny za kratší časový úsek. Všeobecné pravidlo odbavování měření ve frontě je i zde pravidlo FIFO.

4.1.3 Postup měření dílů pracovníků výroby

Rozměry parametrů, které lze vzhledem k toleranci a nárokům na měření měřit bez použití složitých měřicích přístrojů, si měří pracovníci výroby přímo u pracoviště. Jak již bylo zmíněno, tyto parametry a údaje jsou uvedeny v KPO. Pracovníci výroby tak mají v KP k dispozici elektrické měřicí přístroje (měřicí stanice, drsnoměry atd.), ruční komunální měřidla, kalibry, atd. Některá měření spočívají pouze ve vizuální kontrole daného dílu.

Každý pracovník výroby, který zjistí neshodný díl, je povinen zadržet a vyřadit každý kus, který neodpovídá platné technické dokumentaci. V případě pochybnosti o jakosti si vyžádá nebo provede na TK přeměření dílu. Po zjištění neshodného dílu je zaměstnanec povinen stoprocentně překontrolovat díly vyrobené od předcházejícího měření (posledního dobrého dílu). Neshodné díly musí být roztrženy na opravitelné a neopravitelné. Neopravitelné neshodné díly jsou v určitých intervalech předkládány TK v izolačním prostoru, kde je pracovník TK zkontroluje (č. dílu, operace, počet kusů atd.), převezme od pracovníka výroby vyplněné evidenční lístky (viz obr. 14) a zaeviduje do systému SAP.

Všeobecně platí, že pracovník výroby nosí na MS pouze díly, u kterých je v KPO ve sloupci poznámka uvedena zkratka TK. Pokud je v KPO uvedeno spojení NM-TK (náhradní měření na TK), měří se díly přímo ve výrobě na uvedeném přístroji a na MS se nosí pouze tehdy, že daný měřicí přístroj uvedený v KPO je mimo provoz z důvodu např. poruchy, nefunkčnosti, či prováděné údržby.

ŠKODA AUTO a.s.

NESHODNÝ DÍL

Číslo dílu **OCF 311 103 P**

Název dílu **Hnací hřídel**

Dodací list / KN?

Popis závady **Poškozené**

Index: 5130

Op. 125

NS **2132** Kusů **5**

Datum **11.9.2013**

Jméno / podpis **Stehlík / [signature]**

Viník: ☐

NS **2132** Dodavatel

PH KN

Jméno / podpis **Stehlík / [signature]**

Realizace prodeje možná

Osobní razítko TeK / podpis

Ev. č. 2291/1

Obr. 14 Lístek „Neshodný díl“

Zdroj: [vlastní]

4.2 Analýza současného stavu kontrolních činností na MS

Jak již bylo uvedeno, pracovník výroby po donesení dílu na MS zapíše svůj požadavek do listu „měření předepsané v KPO“, případně „měření po seřízení“. Tyto listy jsou archivovány, a tudíž je možné sestavit grafy vytíženosti měrových středisek za několik let zpět.

Po dohodě s koordinátorem TK výroby dílů převodovky bylo pro analýzu současného stavu obou měrových středisek vybráno týdenní období v měsíci červnu 2013. Jedná se o období, kdy výroba je plně produktivní a při vysoké produkci je zde patrná i náročnost na počty prováděných měření. Pro zmapování toku dílů (počtu měření) na MS, bylo zpracováno období: 10.06. – 16.06.2013 (neděle – neděle, žádný svátek, dovolená, den pracovního klidu

atd.). Z vypracování přehledu vývoje od roku 2009 byl patrný nárůst počtu měřených dílů na obou MS (pozn.: MS pro MQ100 samozřejmě od roku 2011 až po zahájení sériové výroby). Po provedené optimalizaci v roce 2011 se snížily počty kusů na měření ve špičkách cca o 1/3.

Data byla přepsána v časovém sledu do programu MS Excel s údaji z evidenčních tabulek (papírových listů) a poté analyzována. Ze zapsaných dat bylo cílem získat přehlednou informaci o přítomnosti dílů na MS. Vycházelo se z času předání dílu k měření a z času, kdy byl díl změřen. Pro bezchybnou interpretaci dat by bylo potřebné znát ještě přesný čas převzetí dílu pracovníkem výroby. Nepředpokládá se ovšem velký vliv této možné chyby, avšak za účelem její eliminace byl zvolen krátký hodnotící interval počtu dílů na MS. Přítomnost počtu dílů na MS byla hodnocena po 15 minutách. Následně byly vytvořeny grafy využitosti MS měřeními v daném časovém intervalu.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Datum	Čas	Operace	Číslo dílu	Č. měř. přístroje	Název měř. přístroje	Dávka	Zadání	Výsledek	Datum změření	Čas změření	Délka měření
2												
3	10.6.2013	0:40	135 OCF 311 158 D		3	Kruhoměr F4004		KRU	OK	10.6.2013	1:	0:
4	10.6.2013	0:40	135 OCF 311 129 C		3	Kruhoměr F4004		8 KRU	OK	10.6.2013	0:55	0:15
5	10.6.2013	1:20	30 02T 311 255 E		2	Profiloměr T8000RC		47 PRO	OK	10.6.2013	1:35	0:15
6	10.6.2013	1:20	30 02T 311 315 D		2	Profiloměr T8000RC		48 PRO	OK	10.6.2013	1:50	0:30
7	10.6.2013	1:30	130 02T 311 129 AJ		3	Kruhoměr F4004		14 KRU	OK	10.6.2013	1:35	0:05
8	10.6.2013	1:30	130 02T 311 145 R		3	Kruhoměr F4004		7 KRU	NE	10.6.2013	1:45	0:15
9	10.6.2013	2:45	130 02T 311 129 AH		3	Kruhoměr F4004		2 KRU	OK	10.6.2013	3:25	0:40
10	10.6.2013	2:45	170 02T 311 158 P		3	Kruhoměr F4004		6 KRU	OK	10.6.2013	3:15	0:30
11	10.6.2013	2:50	130 02T 311 251 B		3	Kruhoměr F4004		14 KRU	OK	10.6.2013	3:35	0:45
12	10.6.2013	3:00	135 0AJ 311 205 AS		1	K. kruh. Roundscan 5		161 KRU	OK	10.6.2013	3:45	0:45
13	10.6.2013	3:10	5 02T 311 291 B		3	Kruhoměr F4004		42 KRU	OK	10.6.2013	3:45	0:35
14	10.6.2013	3:10	5 02T 311 291 B		3	Kruhoměr F4004		43 KRU	NE	10.6.2013	3:50	0:40
15	10.6.2013	3:20	130 OCF 311 260 M		3	Kruhoměr F4004		8 KRU	OK	10.6.2013	4:00	0:40
16	10.6.2013	6:15	10 OCF 409 155 D		2	Profiloměr T8000RC		79	OK	10.6.2013	7:00	0:45
17	10.6.2013	6:15	5, 10 02U 311 165 N		2	Profiloměr T8000RC		4 PRO, SRA	OK	10.6.2013	7:30	1:15
18	10.6.2013	6:20	130 02T 311 103 AD		1	K. kruh. Roundscan 5		25 KRU	OK	10.6.2013	7:15	0:55
19	10.6.2013	6:30	135 0AJ 311 205 E		1	K. kruh. Roundscan 5		34 KRU, DRS	OK	10.6.2013	8:00	1:30
20	10.6.2013	6:40	130 02T 311 129 AJ		3	Kruhoměr F4004		16 KRU	NE	10.6.2013	7:50	1:10

Obr. 15 Přepsané údaje z listů „Měření kusů na TK, předepsané v KPO“

Zdroj: [vlastní]

4.3 Hodnocení využitosti MS

Pro určení využitosti obou MS a následnou tvorbu grafů bylo nutné zjistit dobu, po kterou byl daný díl přítomen na MS. Proto byl vytvořen program v jazyce PHP, který vyhodnotil hodiny a následně vše zapsal do tabulky programu Excel. Program je popsán v kapitole 4.4 Program na zjištění využitosti MS v požadovaných intervalech.

U vytvořeného programu je možné nastavit časový interval, ve kterém se budou díly počítat. Záleží na zvolení hodnotících kritérií a přesnosti vypovídací hodnoty, s níž data chceme získat, a následně jak se s nimi bude dále počítat. Z již zmíněných důvodů byl zvolen hodnotící časový interval 15 minut. Pro kontrolu a ověření funkčnosti vytvořeného programu byl zvolen také hodnotící interval 1 hodiny, přičemž kratší 15minutový vykazuje logicky

v důsledku jemnějšího dělení vyšší přesnost. Hodinová varianta je pouze pro základní zhodnocení a snadnější orientaci ve špičkách.

Datový tabulkový výstup v MS Excel z tohoto programu vypadá následovně (viz obr. 16).

	A	B	C	D	E
1	10.6.2013	0:00	0		PO
2	10.6.2013	0:15	0		PO
3	10.6.2013	0:30	2		PO
4	10.6.2013	0:45	2		PO
5	10.6.2013	1:00	1		PO
6	10.6.2013	1:15	2		PO
7	10.6.2013	1:30	4		PO
8	10.6.2013	1:45	1		PO
9	10.6.2013	2:00	0		PO
10	10.6.2013	2:15	0		PO
11	10.6.2013	2:30	0		PO
12	10.6.2013	2:45	3		PO
13	10.6.2013	3:00	6		PO
14	10.6.2013	3:15	7		PO
15	10.6.2013	3:30	6		PO

Obr. 16 Výstup z programu

Zdroj: [vlastní]

V prvním sloupci je uveden datum, kdy byl díl na MS donesen, druhý sloupec reprezentuje čas a současně je to budoucí dělení grafu (hodnotící časový interval 15 min, nebo 1 h). Ve třetím sloupci je počet dílů, které byly v daný čas přítomny na MS. Je to budoucí osa y grafu vytíženosti MS. Vždy jsou počítány pouze díly, které byly fyzicky přítomny na MS, a to v kterémkoliv okamžiku 15 min, příp. 1 hodiny. Pokud MS opustily, či byly doneseny v daných 15 min, příp. v 1 hodině, jsou započítány také. Poslední sloupec je označení dne v kalendářním týdnu, který slouží pouze pro přehlednou orientaci v datech.

4.4 Program na zjištění vytíženosti MS v požadovaných intervalech

Program je napsán ve skriptovacím jazyce PHP. Ten byl vybrán z důvodu jednoduchosti a možnosti zpracování formátu CSV (Comma-separated values, hodnoty oddělené čárkami) a následného výpisu zpět do tohoto formátu. Tento formát je lehce převoditelný do formátu XLS, ve kterém byly následně zpracovávány grafy. Samotný program je přítomen v souboru vytizenost.php a vytizenost15.php. Tyto dva programy se liší pouze v intervalu vyhodnocování, první vyhodnocuje v časovém intervalu 1 hodina, druhý potom v intervalu

15 minut. Pro vyhodnocení MS MQ100 jsou použity programy vytizenost_mq.php a vytizenost15_mq.php, které mají pouze pozměněno pořadí čtení sloupců.

Na začátku programu se nastaví časová zóna, která je platná na našem území. To je z důvodu srovnání času s údaji v přepsaných tabulkách. Následný kód způsobuje otevření požadovaného souboru, ze kterého se budou data načítat. Poté je zde vytvořena smyčka, která kontroluje data v každém řádku a případně opravuje překlepy pomocí opravných funkcí na konci programu. To se děje v případě špatného data dílu, který byl přinesen na MS před půlnoci a změřen po půlnoci a v souboru s přepsanými údaji je programově chybné datum.

V této smyčce je vnořená další smyčka, která již zajišťuje samotné přičítání hodnot k daným 15 minutám.

Poté se již data vyexportují do souboru CSV, odkud se dále zpracují – sečtou se data z odpovídajících měrových středisek. To probíhá v další části programu. V této části, nazvané „celkem.php“, se data prochází řádek po řádku v obou souborech a sčítají se odpovídající hodnoty u příslušných hodin. Výsledkem je opět CSV soubor, který je již převeden do formátu XLS.

```
while(true) {  
    if(isset($d[$date][$h])) ++$d[$date][$h];  
    else $d[$date][$h] = 1;  
  
    if(!$l[14] || ($h === $eh && $date === $edate)) break;  
  
    if(++$h === 24 * 4) {  
        $h = 0;  
        $date = nextDay($date);  
    }  
}
```

Obr. 17 Ukázka z programu

Zdroj: [vlastní]

4.5 Vyhodnocení grafického výstupu

Grafy byly kvůli hodnocení a názornosti vývoje zpracovány pro každý rok zvlášť. Každý graf obsahuje celý týden od pondělí do neděle, kde na ose x je zobrazen čas ve směně (0:00 – 24:00) a na ose y pak počet kusů přítomných na měrovém středisku v daný čas. Z důvodů dobré vizuální porovnatelnosti bylo u všech grafů zvoleno shodné maximum počtu kusů. Rozhodným obdobím je stav současné výroby převodovek v červnu 2013.

Vyhodnocováno bude nejprve měrové středisko MQ200 a poté měrové středisko MQ100.

4.5.1 Vyhodnocení měrového střediska MQ200

Vytíženost střediska je téměř zcela závislá na denní době. Den v týdnu v tomto případě hraje jen velmi malou roli. Samozřejmě je malé vytížení v sobotu, kdy téměř neprobíhá výroba, a ještě menší vytížení v neděli, kdy nastává stejná situace.

Výroba začíná noční směnou v neděli ve 22:00 a v tuto dobu většina pracovníků výroby má již zapnuté obráběcí stroje a po seřízení parametrů, jež si jsou schopni změřit přímo u pracoviště, přináší první vyrobené kusy na MS k uvolnění výroby. Následná měření již probíhají v předepsaných intervalech v průběhu celého týdne.

3-směnný pracovní režim končí v pátek ve 22:00 a výroba končí nepřetržitým režimem v neděli ve 14:00. Až na výjimečné požadavky výroby je neděle v čase od 14:00 do 22:00 bez výrobního programu.

Žádný z pracovních dní není stejný, ale při hodnocení průměrného dne, který by interpretoval a popisoval průměrnou vytíženost MS během dne v týdnu, lze graf rozdělit na několik časových období v jednom průměrném dni.

1. časové období od 22:00 do 01:00, kdy vzniká první výrazná špička a narůstá vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl v hodnoceném 15minutovém intervalu maximální počet přítomných dílů na MS až 12 ks. Reálný stav byl takový, že z obou výrob (MQ100 a MQ200) se postupně na MS naakumulovaly díly ke změření. Ty byly postupně odměřovány, změřené odnášeny a nové díly přinášeny. Po uvolnění všech strojů již díly byly nošeny v předepsaných intervalech a postupně odměřovány.

2. časové období od 01:00 do 05:00, kdy vznikla cca konstantní vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 5 ks.

3. časové období od 05:00 do 06:00, kdy vznikla nízká vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl v průměrný počet přítomných dílů na MS cca 2 ks.

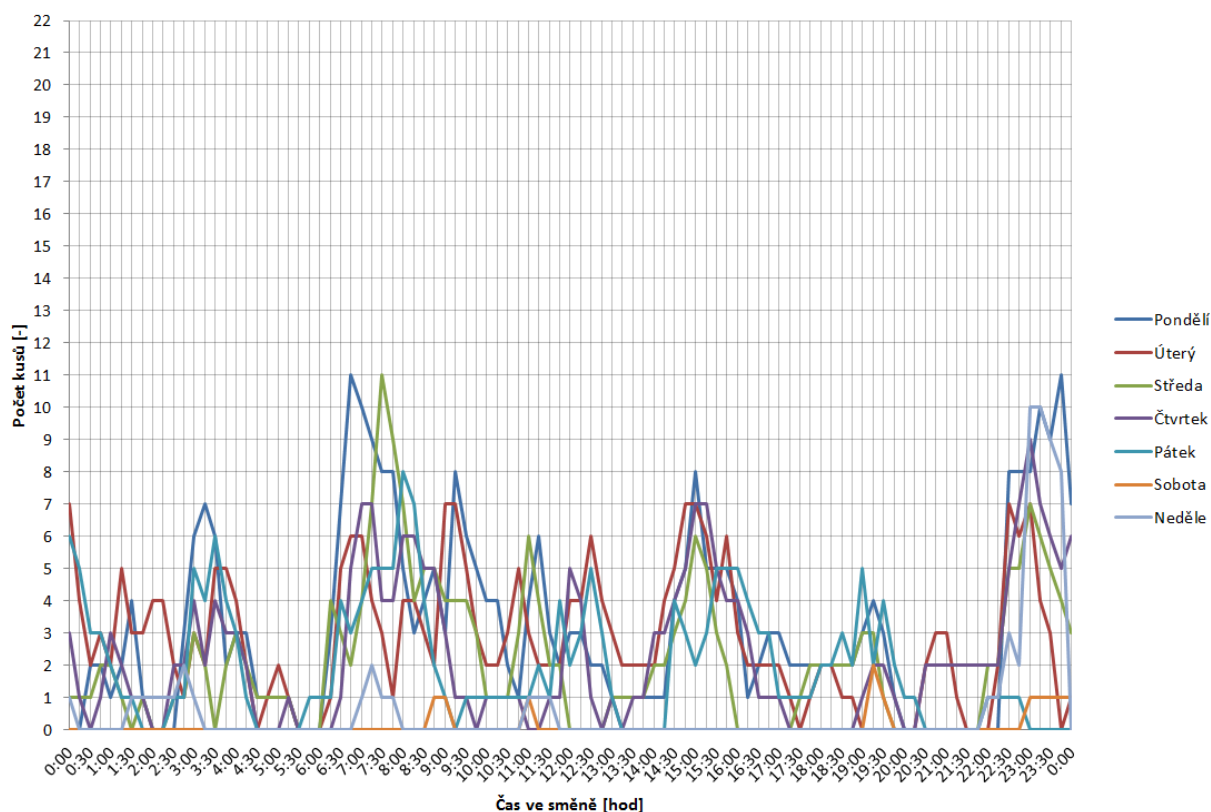
4. časové období od 06:00 do 13:00, kdy vznikla cca konstantní vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 6 ks.

5. časové období od 13:00 do 14:00, kdy vznikla nízká vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 2 ks.

6. časové období od 14:00 do 17:00, kdy vznikla cca konstantní vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 5 ks.

7. časové období od 17:00 do 22:00, kdy vznikla nízká vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 3 ks.

Průměrně lze říci, že se tato časová období od neděle 22:00 do pátku 22:00 opakuji. Od pátku 22:00 do neděle 14:00 ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 2 ks.



Obr. 18 Graf vytíženosti MS MQ200

Zdroj: [vlastní]

4.5.2 Vyhodnocení měrového střediska MQ100

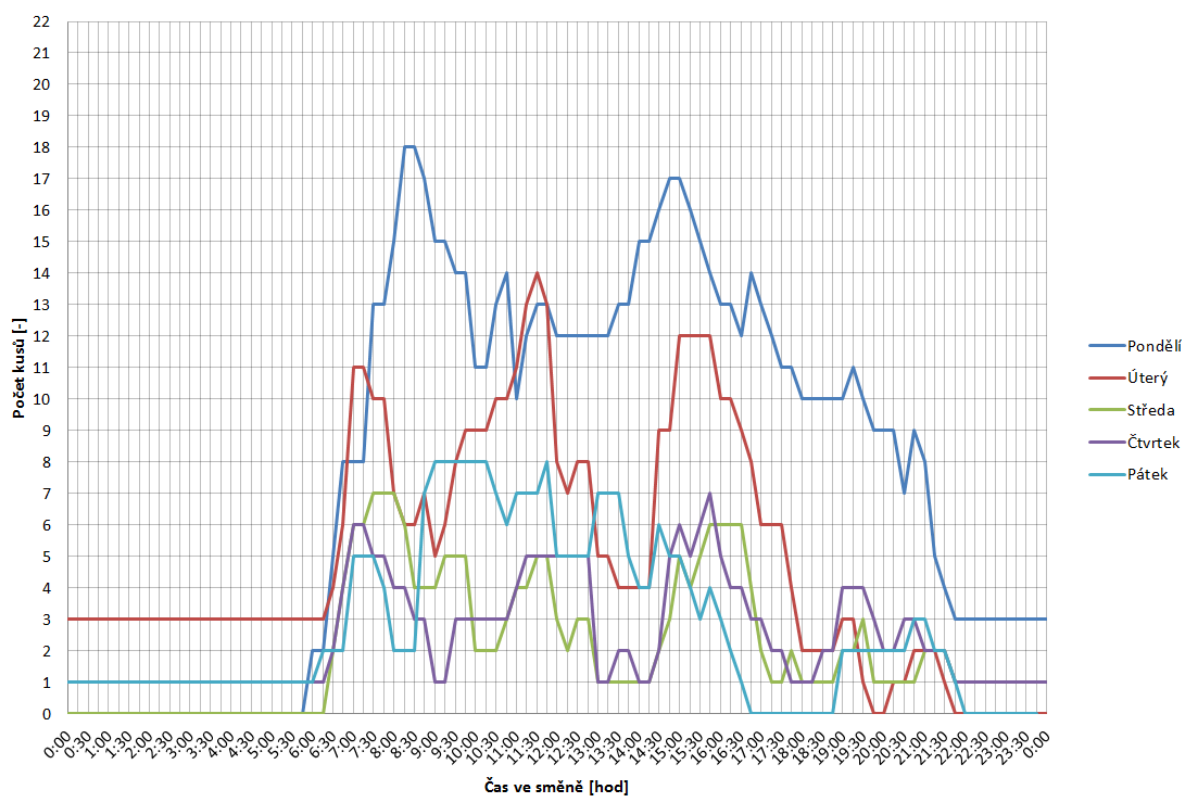
U tohoto MS je situace o něco odlišná oproti MS pro MQ200. Vytíženost MS je závislá jak na denní době, tak na dni v týdnu. V tomto případě hraje den v týdnu významnou roli. Nejedná se však o standardní vytíženost měrového střediska, ale o vytíženost v situaci, kdy je několik strojů neseřízených a je nutné měřit velké množství dílů oproti standardnímu stavu ve výrobě. Samozřejmě je malé vytížení v sobotu, kdy téměř neprobíhá výroba, a ještě menší vytížení v neděli, kdy nastává stejná situace.

Výroba dílů MQ100 a synchronizace MQ200 začíná noční směnou v neděli ve 22:00 a v tuto dobu většina pracovníků výroby má již zapnuté obráběcí stroje a po seřízení parametrů, jež si jsou schopni změřit přímo u pracoviště, přináší první vyrobené kusy na MS MQ200 k uvolnění výroby. Jak již bylo řečeno, MS MQ100 pracuje pouze ve dvousměnném provozu (ranní a odpolední směna), a tudíž počet dílů mezi 22:00 – 06:00 je konstantní, jak je vidět z grafu na obrázku 19. Měření zde tedy začíná v 06:00, kdy pracovníci výroby začínají nosit díly na MS. Následná měření již probíhají v předepsaných intervalech v průběhu celého týdne.

Žádný z pracovních dní není stejný, ale při hodnocení průměrného dne, který by interpretoval a popisoval průměrnou vytíženost MS během dne v týdnu, lze graf rozdělit na několik časových období v jednom průměrném dni.

1. časové období od 06:00 do 17:00, kdy vzniká cca konstantní vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 6 ks. Výrazné špičky a nárůst vytíženosti MS byl dán vícenásobným seřizováním a tedy i měřením dílů. Po vyřešení problémů a uvolnění všech strojů již byly díly nošeny v předepsaných intervalech a postupně odměřovány.

2. časové období od 17:00 do 22:00, kdy vznikla cca konstantní vytíženost MS. Ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 3 ks. Průměrně lze říci, že se tato časová období od neděle 22:00 do pátku 22:00 opakují. Od pátku 22:00 do neděle 14:00 ve sledovaném kalendářním týdnu byl průměrný počet přítomných dílů na MS cca 2 ks.



Obr. 19 Graf vytíženosti MS MQ100

Zdroj: [vlastní]

5. Návrh automatizace managementu měření na MS

5.1 Optimalizace průchodu dílů měrovými středisky

V zásadě je patrné, že někdy může dojít ke vzniku špiček měření, což výrazně prodlouží přenos informace o výsledku měření z MS přímo do výroby.

Hlavními příčinami takovéto situace jsou:

- nahromadění většího počtu dílů na MS ve frontě na měření,
- riziko většího počtu seřizovacích a jiných měření,
- vícestrojová obsluha (VD donese díly z více strojů najednou),
- nerovnoměrné rozdělení měření v průběhu pracovního dne (a týdne),
- časová náročnost samotného měření,
- další rizikové vlivy (nepřítomnost TRK, měřicí přístroj mimo provoz, atd.).

Největší vliv na vytváření front dílů čekajících na měření má způsob, jakým jsou díly na MS nošeny. Tento způsob byl optimalizován v roce 2011 a jeho nasazením se snížil počet dílů čekajících ve frontě na měření cca o 1/3.

V běžící sériové výrobě, kdy se optimalizuje také způsob výroby (zvýšení produkce, navýšení počtu obráběcích strojů, vícestrojové obsluhy, používání univerzálních obráběcích strojů – více přeseřizování při změně typu dílu atd.), je zapotřebí mít automatický systém, který eviduje měření na měrových střediscích v reálném čase a bude tak existovat přehled o měřeních v jakoukoli požadovanou dobu. Tím bude možnost v reálném čase a po určitém časovém období měnit tento časový rozvrh nošení dílů na MS dle aktuálního stavu výroby. To by byl jeden ze způsobů využití takového automatického systému.

5.2 Teoretický návrh zlepšení průchodu dílů měrovými středisky

Pro zlepšení průchodu dílů byl vypracován optimalizační program, který podle zadaných podmínek vyhodnocuje a optimalizuje data v již zmíněném druhém červnovém týdnu a poté zapisuje zpět do tabulky programu Microsoft Excel. Pro tento program musel být vytvořen seznam s časovou náročností měření u jednotlivých dílů převodovek MQ100 i MQ200, viz obr. 20.

	A	B	C	D	E
1			operace	stroj	čas [min]
2	Kolo 3. rychlosti	OCF 311 131	5	2	8
3			5	3	6
4			80	3	7
5			130	2	4
6			130	3	11
7					
8	Kolo 4. rychlosti	OCF 311 149	5	2	8
9			5	3	6
10			130	2	4
11			130	3	11

Obr. 20 Ukázka z tabulky časové náročnosti jednotlivých dílů

Zdroj: [vlastní]

V této tabulce jsou zaneseny údaje o přibližných časech trvání jednotlivých měření na MS po jednotlivých operacích. První a druhý sloupec zde reprezentuje název a označení dílu (nutné pro optimalizační program). Ve třetím sloupci je číslo operace, po kterém následuje měření, v dalším pak přístroj, na kterém se měření provádí (1 – Hommel Roundscan 555, 2 – Hommel-Etamic T800RC, 3 – Hommel-Etamic F4004). Poslední sloupec pak obsahuje délku trvání měření daného dílu po dané operaci v minutách. Je zřejmé, že délka měření je pouze přibližná a odvíjí se od situace na MS, jako je aktuální vytíženost pracovníků, konkrétní náročnost měření (očistění dílu, vyrovnaní dílu před měřením a jeho vyhodnocení po měření), personální složení (některému pracovníku může neautomatická část měření trvat delší, jinému kratší dobu) atd. Tato situace je zohledněna při optimalizaci přidáním časové rezervy.

Pro dobrou orientaci při této optimalizaci byl také vypracován kompletní přehled výroby obou převodovek v programu Microsoft Excel. V tomto souboru jsou veškeré možné výrobní operace, které na obou převodovkách jsou, a seznam všech vyráběných dílů s příslušným MS. U každého dílu je pak vyznačeno, které operace obsahuje. Názvy operací jsou reprezentovány jak názvem, tak číslem. Pokud se operace mírně odlišuje, je vše zaneseno v buňce u konkrétního dílu.

Toto je prvotní teoretický návrh pro vysvětlení principu optimalizace, což je plynulý tok dílů – jeden po druhém. Pro nasazení v praxi je potřeba znát další „proměnné“ vstupující do daného systému (vícestrojové obsluhy = více dílů najednou, stav výroby, četnost seřizování, přibližné časy seřizování atd.), v němž chceme vytvořit optimální posloupnost měření na MS, kdy bude ve frontě na měření čekat minimum dílů. Informace o těchto proměnných by byly získány zadávacím počítačem (automatickým systémem), viz kapitola 5.3.

	A	B	BC	BD	BE	BF	BG
2			NS 2145				
3	č. op.	název operace	Spojka úplná 5-6R 02U 311 241	Obj. syn. sp 1/2R 02T 311 255	Obj. syn. sp 3/4R, 5/6R 02T 311 315	Jádro syn. sp. 1/2R 02T 311 243	Jádro syn. sp. 3/4R 02T 311 309
4	5	navrtávání					
5	5	soustružení				x	x
6	5	lisování					
7	10	soustružení		x	x		
8	10	obrážení					
9	10	frézování tašek					
10	10	kompl. a kontr. celk. p	x				
11	11	protahování		x	x	vnitřní x	vnitřní x
12	12	praní		x	x		
13	15	stříškování					
14	15	obrážení					
15	15	frézování ozubení					
16	20	soustružení		x	x		
17	20	obrážení ozubení					
18	22	praní					
19	25	válcování		zámku x	zámku x		
20	30	frézování		stř. dr. x	stř. dr. x		
21	35	protahování		x	x	vnější x	vnější x
22	37	praní				x	x
23	40	elektrochemické odj.				x	x

Obr. 21 Ukázka ze zpracovaného seznamu operací jednotlivých dílů

Zdroj: [vlastní]

5.2.1 Podmínky pro optimalizační program

Pro sestavení optimalizačního programu je nutné nastavit základní podmínky, podle kterých se program bude chovat.

Podmínky:

- 1) maximální posun dílu v rámci měření bude 1,25 hodiny u MQ200 a 2 hodiny u MQ100,
- 2) díly se neměří v době povinných pauz, a to mezi 10:00 - 10:30, 18:00 – 18:30 a 2:00 – 2:30, přičemž pokud měření dílu vyjde na povinnou půlhodinovou přestávku, je posunut za ni,
- 3) maximální počet současně přítomných dílů na MS bude 3 (jeden na každém stroji),
- 4) délka přípravy pro díl s délkou měření do 15 min (včetně) bude 5 min,
- 5) délka přípravy pro díl s délkou měření nad 15 min bude 10 min,
- 6) u dílu, který není v seznamu a nemá určenu délku měření, bude započítána délka měření 15 min,
- 7) u operace, která není v seznamu a nemá určenu délku měření, bude započítána délka měření 15 min.

5.2.2 Popis optimalizačního programu

Program je opět napsán v jazyce PHP s výstupy do souborů typu CSV a je přítomen v souboru `optimalizacni_program.php`.

Na začátku programu se nejprve nastaví maximální posun dílu daný podmínkou. Následně se z tabulky časové náročnosti ve formátu CSV načtou informace o délce trvání všech měření u všech dílů a operací. Poté se pro každý řádek z tabulky měření na MS MQ100 a MQ200 načte informace o díle (číslo dílu, operace, stroj, datum a čas začátku). Následně se daný díl zkusí přiřadit na původní čas. Pokud nelze a stroj je již v tomto čase obsazen jiným dílem, se díl posune až za něj. Pokud by ale doba posunu byla větší než stanovená maximální hodnota (1 h a 15 min), vloží se na tuto maximální hodnotu a všechny předcházející díly se posunou o dobu potřebnou ke změření tohoto dílu zpět. Tento posun se kaskádně opakuje – díly posouvají předchozí díly, dokud se nevytvoří časová mezera potřebná ke změření aktuálního vkládaného dílu.

V případě, že je díl měřen na dvou přístrojích a nastane nucené posouvání od jiného dílu, posunou se obě měření u obou přístrojů. Pokud by bylo dosaženo situace, kdy už není možné díly dále posouvat a splnit tak předem dané podmínky, program nahlásí chybu. Na konci programu se zkontroluje, zda díly nezasahují do povinných přestávek a pokud ano, posunou se až za přestávku. Pokud už je zde jiný díl, vše se opět kaskádně posouvá, tentokrát dopředu.

Posledním krokem je vypsání výsledného rozložení do souboru ve formátu CSV. Z něj se následně určí doba přítomnosti dílu na MS pomocí programu již popsaneho v kapitole 4.4.

```

        if(count($machine) > 1) {
            $last = max($lastIds[$machine[0]], $lastIds[$machine
[1]]);
        }
        else {
            $last = $lastIds[$machine[0]];
        }

        if($last === -1) {
            $order[] = $entry;

            foreach($machine as $mn) {
                $lastIds[$mn] = count($order) - 1;
            }
        }
        elseif($order[$last]['begin'] + $order[$last]['duration'] <=
$begin + MAX_MOVE) {
            $entry['begin'] = max($entry['begin'], $order[$last]
['begin'] + $order[$last]['duration']);

            $order[] = $entry;

            foreach($machine as $mn) {
                $lastIds[$mn] = count($order) - 1;
            }
        }
    }
}

```

Obr. 22 Ukázka z optimalizačního programu

Zdroj: [vlastní]

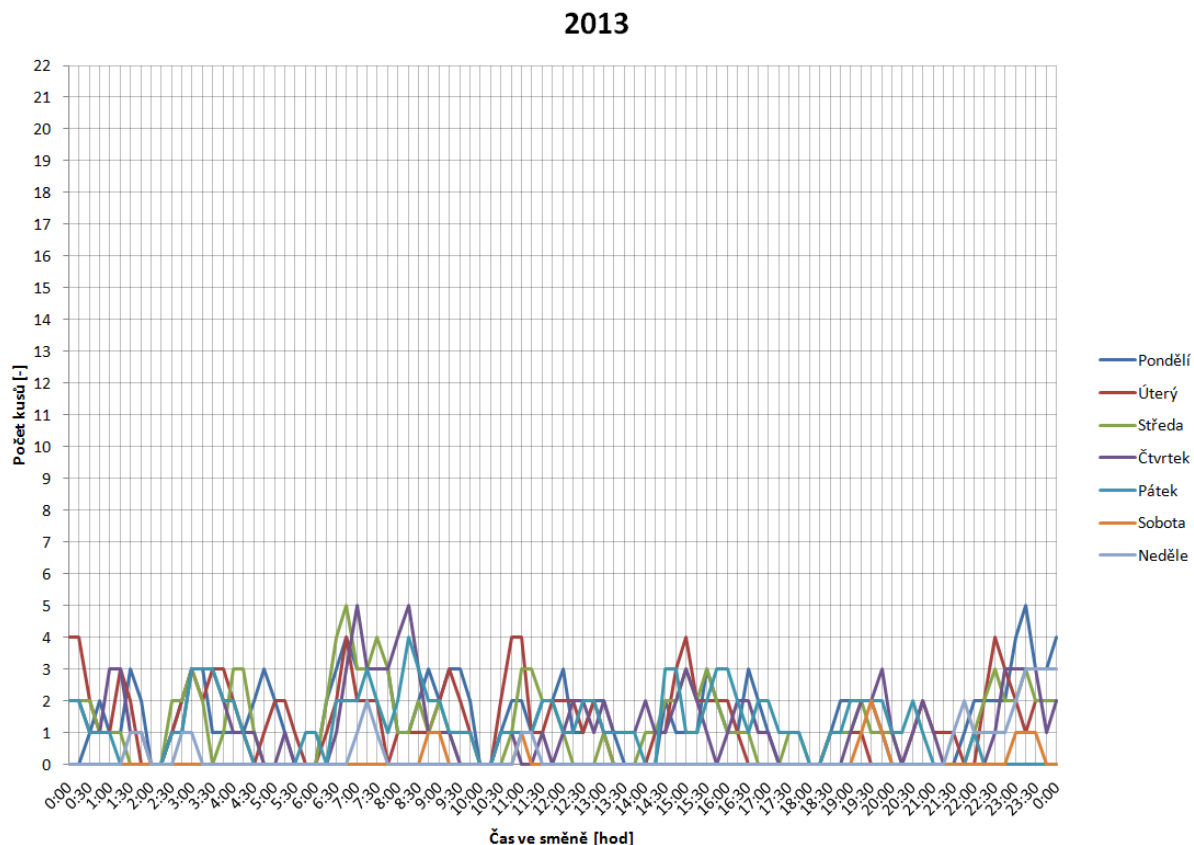
5.2.3 Výstup z optimalizačního programu

Z programu byla stejným způsobem jako v kapitole 4.3 získána data o vytíženosti měrových středisek. Z nich byly opět vytvořeny grafy, ty budou následně porovnány s původním stavem a vyhodnoceny. Stejně jako v předchozích případech jsou grafy znázorněny v období 0:00 – 24:00 a ve stejném měřítku, aby byly lehce porovnatelné. Nejprve bude vyhodnoceno MS pro MQ200 a následně MS pro MQ100.

5.2.3.1 Optimalizace měrového střediska MQ200

Po samotné optimalizaci předchozím programem je vidět, že je možné za určitých předpokladů snížit vytíženost MS. Patrné jsou výrazné rozdíly v obdobích špiček, to je 6:00 – 7:00, 14:00 – 15:00 a 22:00 – 23:00. Při správném dodržení měřicích časů je zde výrazné snížení až na počet 5 kusů přítomných najednou na MS. Další změnou je nulový počet přítomných výrobků v čase povinných přestávek. Ostatní období jsou téměř beze změny s počtem výrobků o 1 – 2 nižšími, než v případě bez optimalizace, a to v rozmezí 1 – 3. Je

vidět, že pokud zde není výjimečný stav, je možné částečně zlepšit tok dílů MS. V případě výjimečného stavu, což může být analýza, více měření po seřízení, atd., bude však měrové středisko zahlceno a nastane podobný stav, jako v kapitole 4.5.1.



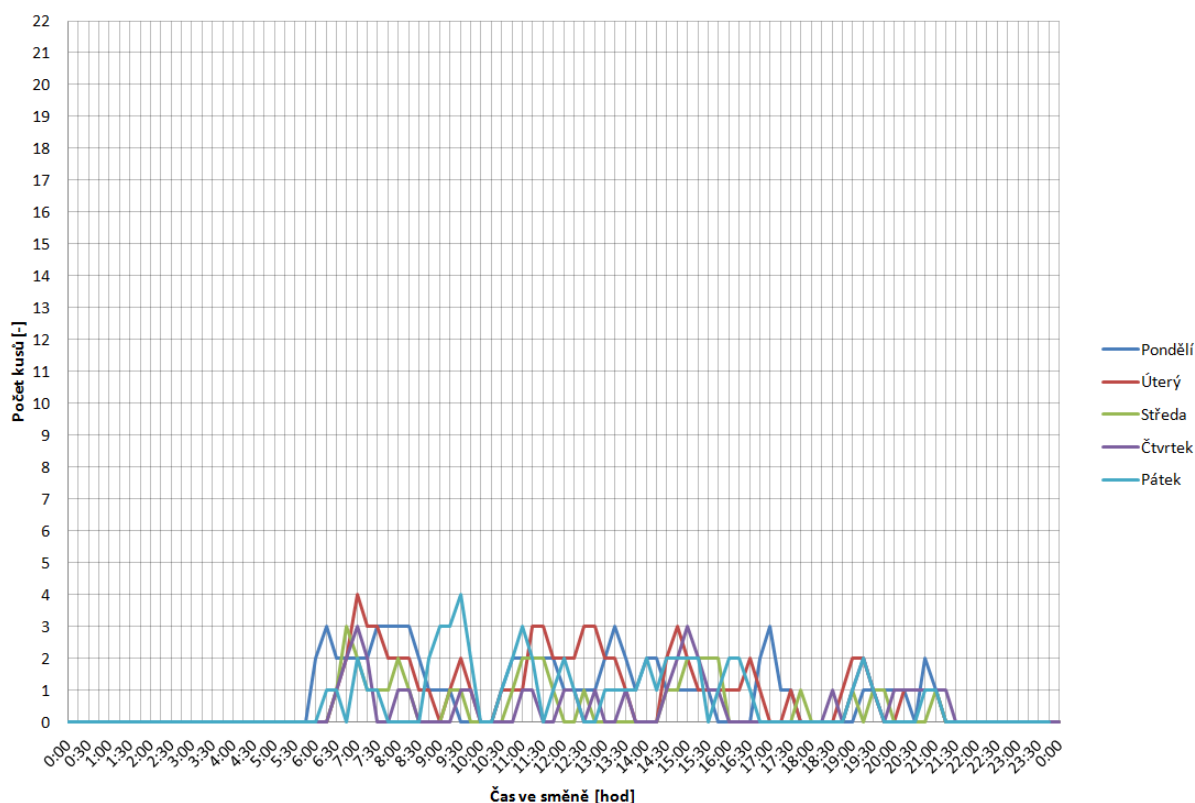
Obr. 23 Graf vytíženosti po optimalizaci pro MS MQ200 v roce 2013

Zdroj: [vlastní]

5.2.3.2 Optimalizace měrového střediska MQ100

V případě MS MQ100 je situace lehce odlišná, ale je vidět, že i zde se při dodržení měřicích časů a splnění určitých podmínek dá nastavit lepší tok dílů tímto MS. Výrazné zlepšení zde nastalo v pondělí a v úterý, kde se podařilo snížit počet současně přítomných výrobků na nejvýše 4. Další změna opět nastává v době nutných přestávek, kdy zde není přítomen žádný díl. V ostatních obdobích jsou změny také viditelné, a to proto, že je zde výrazné snížení měřicích časů. Všechny tyto změny opět reprezentují ideální stav, ve kterém jsou díly přinášeny podle KPO a není zde výrazný počet měření po seřízení. Také týdenní měření jsou rovnoměrně rozprostřena do průběhu celého dne.

2013



Obr. 24 Graf vytíženosti po optimalizaci pro MS MQ100 v roce 2013

Zdroj: [vlastní]

5.3 Požadavky na automatický systém pro MS

Cílem je nahradit stávající evidenci měření na každém MS v papírové podobě zadávacím počítačem na způsob tzv. datové pokladny, která by sloužila jako informačně-řídicí centrum. Měla by několik funkcí:

- Přehledná evidence měření (čas, díl, stroj, výrobní operace atd.)
- Průměrná časová náročnost měření (dle typu měření, dílu, měřených parametrů, měřicího přístroje, operátora TK atd.)
- Vytíženost (počet dílů ve frontě) daného měrového střediska
- Průměrná doba získání výsledku měření do výroby od zadání měření (pružnost systému) a následná optimalizace tvoření front měření
- Přehledná evidence IO / NIO měření (díl, stroj, výrobní operace atd.)
- Přehled reakce operátora výroby na NIO měření (průměrný čas, počet potřebných seřízení atd.)
- Jasný přehled problematických operací (určování priorit řešení problémů ve výrobě)

- Návaznost dalších SW zpracovávajících ukládaná data

Tyto všechny funkce by zajišťoval řídicí dotykový počítač (princip datové pokladny), který by byl umístěn na předávacím místě každého MS. Do automatického systému řízení by tak vstupovala následující data, viz tab. 5.

Tab. 5 Data vstupující do systému

Zdroj: (vlastní)

	Zadávaná data do systému	Pracovník výroby	Pracovník TK
Evidence měření	Zadávaní měření (KPO, seřízení atd.)	x	
	Typ převodovky (MQ100, MQ200 atd.)	x	
	Název a číslo dílu	x	
	Nákladové středisko	x	
	Výrobní operace	x	
	Inv. číslo obráběcího stroje	x	
	Označení obráběcího stroje	x	
	Číslo dávky	x	
	Identifikace operátora výroby (os. č.)	x	
	Čas předání dílu na MS	x	
Měření	Čas převzetí dílu k měření		x
	Čas vrácení dílu z měření		x
	Identifikace operátora TK (os. č.)		x
	Inv. číslo měřicího přístroje		x
	Označení měřicího přístroje		x
	Výsledek IO / NIO		x
	Čas převzetí dílu z MS	x	

Část dat by do systému při předávání dílu na měření (stejně jako dnes při zapisování do papírových evidenčních listů) zadával pracovník výroby. Toto vše by probíhalo v reálném čase a systém by vždy k zadání měření, atd. přidal aktuální systémový čas. Zbylou část by zadal pracovník TK při přebírání dílu k měření a při vrácení po jeho provedení a vyhodnocení.

Pro obě MS by tak byl k dispozici jednoznačný přehled o všech měřeních prováděných na MS. Hlavním cílem je zajištění co nejrychlejšího uvolnění dané výrobní operace. Z dat nasbíraných do systému lze získat spoustu důležitých přehledů, které by určovaly priority řešení problémů ve výrobě. Hlavním cílem je vždy daný problém vyřešit za co nejkratší možný čas. Pro hodnocení úspěšnosti daného zásahu je také nutné znát, o jaký konkrétní problém se jednalo, a také, kdo jej řešil (konkrétnost pracovníka výroby, popř.

pracovníka TK). I takováto data bude možné z navrhovaného systému v reálném čase získávat.

Při odladění prvotních nedostatků a vyladění řídicího SW, kdy výstupní data budou odpovídat reálnému stavu výroby, bude možné tento systém dále rozvíjet a rozšiřovat, aby jeho použití mělo maximální přínos. Za tímto účelem byl vytvořen seznam možností využití (získávání datových přehledů) a přínosů navrhovaného systému v 5 fázích, viz tab. 6. Tyto požadavky by byly předloženy externí firmě, jež by SW na zakázku vytvářela. Pro tento případ byl v další kapitole vytvořen přibližný, zjednodušený návrh obrazovky daného SW a postupu při zadávání dílu (úlohy měření) na MS.

Tab. 6 Přehled možností využitelnosti systému

Zdroj: (vlastní)

	Ukládaná data - použití	Přínosy
I.	<ul style="list-style-type: none"> - IO / NIO měření (IO / NIO procesy) v reálném čase - Reakce na NIO měření v čase 	<ul style="list-style-type: none"> - Ucelený přehled a jasná identifikace IO / NIO procesů - priorita zaměření se na NIO procesy - Z přehledů lze vytvářet pravidelné reporty pro specialisty a koordinátora TK - Z přehledů lze vytvářet pravidelné reporty pro směnové a hlavní mistry výroby - Vyřešení daného problému = snížení rizika vzniku neshodných dílů - Vyřešení daného problému = snížení počtu měření po seřízení = zprůchodnění MS - Optimalizace časového plánu nošení dílu na MS dle stavu výroby - Porovnání pracovníků výroby z pohledu seřizování strojů - U IO procesů – získání informace k možnosti změny četnosti měření = zprůchodnění MS
II.	<ul style="list-style-type: none"> - Časová náročnost měření - Optimalizace průchodnosti MS - Zkrácení času čekání na výsledek - Měření - zkoušky, analýzy atd. 	<ul style="list-style-type: none"> - Získání konkrétních informací o vytíženosti MS - Porovnání vytíženosti měřicích přístrojů MS - Porovnání pracovníků TK z pohledu počtu změřených dílů - Optimalizace způsobu měření – průkaznější porovnání časů měření - Docílení optimálního (průměrného) času měření pro daný díl a typ měření - Přesnější plánování a přehled kapacit daného MS - Porovnání vytíženosti MS při různých objemech výroby - Reálná nutnost provádět předepsaná měření = měření dle reálné potřeby = KPO „na míru“ - Zpětná kontrola, zda se provádí předepsaná měření - Vyhodnocení prováděných zkoušek z pohledu reálných přínosů

Tab. 6 (pokračování) Přehled možností využitelnosti systému

Zdroj: (vlastní)

	Ukládaná data - použití	Přínosy
III.	- Vliv dávkové výroby na tok dílů na MS	- Změna typu = přeseřizování = další měření - Při znalosti vlivu na průchodnost dílů MS lze společně s výrobou optimalizovat - Porovnání při daném stavu výroby – při nižší výrobě = přeseřizování × zapnutí jiného stroje
IV.	- Synergie MS	- Vzájemné porovnání průchodnosti a vytíženosti MS mezi sebou - Při aktuální krátkodobé přetíženosti jednoho MS využít jiné MS dle aktuálního stavu - V případě nutnosti přesouvání prioritních měření mezi oběma MS
V.	- Možná širší využití základního systému (nadstavby)	- Zautomatizování řízení MS při naprogramování priorit měření (vizualizace přímo na MS, která měření jsou ve frontě – jasné pořadí měření dle priorit, přístup do systému z kanceláře koordinátora a specialistů TK – možný zásah do priorit, a skříňový zásobník dílů) - Propojení systému přímo na pracoviště výroby – vizualizace výsledků měření přímo do výroby (zkrácení reakčního času na výsledek měření) - Rozšíření ve webovou aplikaci s přístupem pro různé úrovně řízení ve firmě (propojení s jinými systémy, vytváření reportů „na míru“ atd.)

5.4 Návrh řídicího hardwaru a softwaru

5.4.1 Požadavky na řídicí SW a HW

Základním požadavkem pro vytvoření automatizovaného systému je jednoduchost. Systém musí být jednoduchý na obsluhu, ovládání a vkládání nových dat. V každém kroku musí být zřejmé, co je po zadavateli požadováno a dotyčný nesmí být zmaten (intuitivní ovládání).

Protože systém bude sice umístěn na předávacím místě MS (v čistém prostředí), ale ruce pracovníků výroby mohou být mírně znečištěny (olej, prach), bude požadována odolnost dotykové obrazovky vůči těmto nečistotám. S tím souvisí i požadavek snadné údržby. Systém by měl být snadno čistitelný a případná výměna hardwarových komponent co nejjednodušší.

5.4.2 HW specifikace

Zvolena by byla buď dotyková obrazovka se zabudovaným počítačem (tzv. ALL-IN-ONE řešení), která bude umístěna v okénku MS, a chod a řízení bude zajišťovat externí serverové PC, umístěné na MS. Popřípadě lze řešit tuto sestavu ještě formou dotykového monitoru (dle doporučení dodavatelů s ohledem na požadovanou funkčnost).

Pracovník výroby si na obrazovce vybere požadované parametry, které mu budou nabízeny a které jednoduchou formou – dotykem prstu – vybere. Veškeré nabídky jsou zobrazeny v dostatečně velké podobě, tudíž by neměl být problém s výběrem jakékoliv položky. Velikost obrazovky by měla být nejméně 22“, s minimálním rozlišením 1920×1080 obrazových bodů, technický stav odpovídající aktuálnímu stavu výpočetní techniky v době pořizování. Prostředí je vyvedeno ve firemních barvách společnosti ŠKODA AUTO a je možné jej kdykoliv změnit na jiný poměr obrazovky, případně přidávat a měnit možnosti.

Komunikace se serverem bude probíhat přes ethernetové připojení. Případné změny se budou provádět na serveru, kde budou také uložena veškerá data o měřeních. Ta mohou být zálohována na firemní servery a být k dispozici v případě poškození systému.

5.4.3 Strom programu – datová část

Jako podklad pro softwarovou část musel být zpracován strom programu, podle kterého bude počítač naprogramován. Veškeré prostupy, chování, všechny úrovně a možnosti musí být zaneseny v tomto stromu. Ten je vytvořen v programu Microsoft Excel.

Data do toho stromu byla získána z vytvořených seznamů dílů a z aktuálních KPO. V těch jsou zaneseny údaje o prováděných měřeních na měrových střediscích TK, která byla vytažena a převedena do tohoto stromu. Následně byly pro názornost graficky vyznačeny jednotlivé úrovně.

Strom se skládá z devíti navzájem propojených úrovní a dodatkových informací. Na první úrovni vybírá pracovník výroby typ měření, což může být měření podle KPO, po seřízení, náhradní měření, analýzy či jiné (jiná měření). Ve druhé úrovni vybírá typ převodovky. Ten může být pouze MQ100 nebo MQ200. Další úroveň reprezentuje typ dílu (kola, hřídele atd.). Poté je ve čtvrté úrovni vybrán díl, který je už pod daným typem. S tím souvisí pátá úroveň, kdy se vybírá index dílu. V následné šesté úrovni se pak zvolí operace, po které je díl měřen. Po výběru operace se pak VD dostane na sedmou úroveň, kde vybírá typ měření – tzv. zadání, co se má měřit. U této úrovně je pak v paměti počítače uložena informace o přístroji, na kterém se měření provádí, nákladové středisko a četnost, s jakou se měření provádí. Tyto informace dělník nevidí, jsou pouze uloženy v paměti.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	2. úroveň typ převodovky	3. úroveň typ dílu	4. úroveň název dílu + zák. číslo	5. úroveň index dílu	6. úroveň operace	POUZE INFO měřicí přístroj	POUZE INFO měřicí přístroj	7. úroveň zadáání	POUZE INFO měřicí přístroj	POUZE INFO měřicí přístroj	POUZE INFO měřicí přístroj	POUZE INFO měřicí přístroj	POUZE INFO měřicí přístroj
2													
3													
4													
5	MQ100	Hřidel, pastorek	Hnací hřidel OCF 311 103	P,Q,R,S	5			2,8-0,5 délky RS - kruhovitosť obou středních délek max. 0,01	Profiloměr				2132
6				P,Q,R,S	5			sražení hran, radiusy a úhly: pravá strana 30°-2° do prům. 18,9 -0,5; 40°±2°; 25°±2° ; Rmax. 1,5 levá strana 1,1-0,5x15°; 25°±2° do prům. 24-0,2, R0,8±0,2, 0,5-0,3 x 45°	Kruhoměr				2132
7				P,Q,R,S	5			průměry zápisů: T-33,7 -0,2; U-33 -0,2; V-33 -0,2 W-33,5 -0,2; X-32,6 -0,2; Y-24 -	Profiloměr				2132
8				P,Q,R,S	10			0,2	Opticline line				2132
9				P,Q,R,S	10			míra 1±0,05	Profiloměr				2132
10				P,Q,R,S	10			sražení hran a tvary zápisů T,U,V,W,X,Y	Profiloměr				2132
11				P,Q,R,S	135			míra 16,5-0,10;	Profiloměr				2132
12				P,Q,R,S	135			míra 0,8-0,1	Profiloměr				2132
13				P,Q,R,S	135			kruhovitosť 0,003 u prům. 34,7 x6; 34,5 x6; 34,3 x6	Profiloměr				2132
14				P,Q,R,S	135			0,005 u prům. 25±6 2x	Profiloměr				2132
15				P,Q,R,S	135			rovnoběžnosť 0,005: u prům. 34,7 x6; 34,5 x6; 34,3	Profiloměr				2132
16				P,Q,R,S	135			rad. házení 0,01 u prům. 34,3; 34,5; 34,7	Profiloměr				2132
17				P,Q,R,S	135			0,15 na prům. 24	Kruhoměr				2132
18				P,Q,R,S	135			ax. házení 0,01 celou zpátečky	Profiloměr				2132
19				P,Q,R,S	135			0,02 celá 1 a 2 rychlosti	Profiloměr				2132
20				P,Q,R,S	135			míra 35,45-0,03	Profiloměr				2132
21				P,Q,R,S	135			tvary zápisů "U", "V", "X"	Profiloměr				2132
22													
23													
24			Pastorek OCF 311 205	L,M,R	5			tvary délek R5±0,5; tvary zápisů dle det. "y"	Profiloměr				2132
25				L,M,R	5			kruhovitosť délek max. 0,01	Kruhoměr				2132
26				L,M,R	5			sražení hran: 0,7-0,5/15° u prům. 24,9 -0,1; 1,1	Profiloměr				2132
27				L,M,R	5			+0,5/15°	Profiloměr				2132
28				L,M,R	10			u prům. 25,25 h9; 0,4-0,3 x 45°	Profiloměr				2132
29				L,M,R	10			Ø29-0,2	Profiloměr				2132
								míra 166,45-0,04 na 166,7±0,05	Profiloměr				2132
								sražení hran; tvary zápisů W;S;T;U;R1;V;R	Profiloměr				2132

Obr. 25 Strom programu

Zdroj: [vlastní]

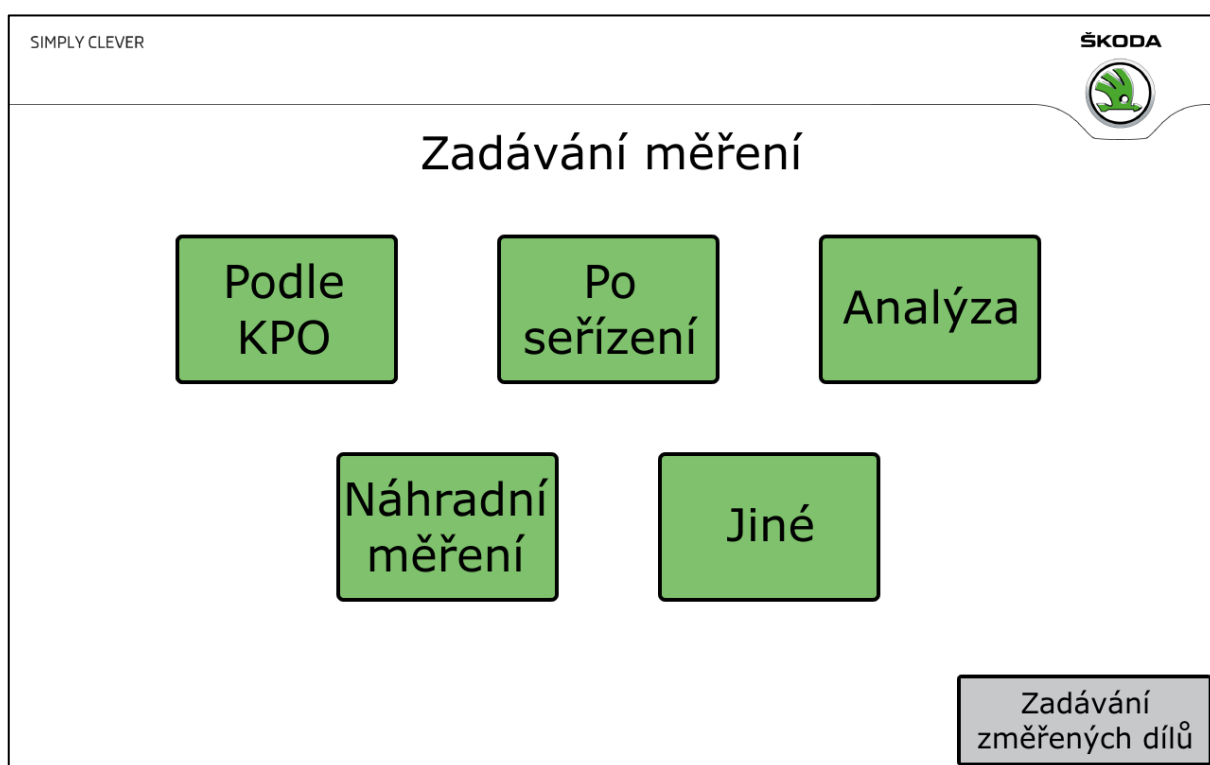
Po přechodu na osmou úroveň zadá VD ručně číslo výrobní dávky. Vše pak končí devátou úrovní, kde VD opět ručně s pomocí numerické klávesnice vyplní pětimístné osobní číslo. To slouží k přesné identifikaci VD. Následně zadané číslo potvrdí a měření se uloží do paměti počítače.

5.4.4 Layout počítače – grafická část

Základní obrazovka počítače (dotykové obrazovky) bude stejná jak při zadávání dílu VD, tak při zadávání již změřených dílů pracovníkem TK.

5.4.4.1 Zadávání měření výrobním dělníkem

Při příchodu k předávacímu místu MS bude VD k dispozici základní obrazovka (viz obr. 26). Na té si dělník zvolí požadované měření a po klepnutí na požadovanou možnost se dostane na druhou úroveň.



Obr. 26 Úroveň 1 (základní obrazovka)

Zdroj: [vlastní]



Na této druhé úrovni (příloha 12) má VD možnost vybrat typ převodovky. V horní části se zobrazuje požadavek na VD a pod ním je pro lepší orientaci vidět cesta, kde se VD

právě nachází. Dole jsou již přítomna tlačítka zpět pro navrácení se o jeden krok zpátky a tlačítko domů, kdy se počítač vrátí na základní obrazovku bez uložení dat.

V následující úrovni (příloha 13) VD volí podskupinu typu dílu. Tato nabídka byla vybrána s ohledem na obecně známé označení dílů ve výrobě, aby na celé obrazovce nebyl zobrazován seznam všech vyráběných dílů. Zde je potřeba zvážit velikost monitoru a počet zobrazovaných dílů. Např. lze díly rozdělit i do podskupin dle NS.

Na 4. a 5. úrovni volí dělník typ dílu a jeho index. V nabídce jsou již pouze díly pod vybraným typem dílu (v tomto ukázkovém případě hřídel a pastorek). U dílů je zobrazen malý náhled, podle kterého se může VD snadno orientovat. Po klepnutí na požadovaný díl se následně rozbálí roletové menu s dostupnými indexy, kde VD vybere požadovaný index. V případě chyby je možné menu znovu vysunout a vybrat jiný díl. K dispozici jsou stále tlačítka zpět a domů. Pro přesun na další úroveň je potřeba stisknout tlačítko „Pokračovat“.

The screenshot shows a user interface for selecting a part type and index. At the top left is the text 'SIMPLY CLEVER' and at the top right is the ŠKODA logo. The main title is 'Zvolte typ dílu a index' with the subtitle 'podle KPO / MQ200 / hřídel, pastorek'. There are two rows of options, each with a small image of the part, a text description, and a dropdown menu for the index. The first row shows 'Pastorek 02T (0AJ, 02U) 311 205' with index 'M'. The second row shows 'Hnací hřídel 02T (02U) 311 103' with index 'AF'. At the bottom are three buttons: 'Zpět', 'Domů', and 'Pokračovat'.

		index
	Pastorek 02T (0AJ, 02U) 311 205	M ▼
	Hnací hřídel 02T (02U) 311 103	AF ▼

Zpět Domů Pokračovat

Obr. 27 Úroveň 4 - 5


Zdroj: [vlastní]

V následující úrovni (příloha 14) je možnost zvolit operaci, po které je díl přinesen na měření. Zde jsou opět zobrazeny pouze možnosti, které jsou k dispozici u daného dílu.

Pokud VD přejde na úroveň 7, nastává stěžejní výběr v celém procesu. VD volí požadované měření. Zde se měření zobrazují podle toho, jak jsou zanesena v KPO a opět jen

ta měření, která platí pro TK a danou operaci. Jako v každé úrovni jsou zde opět tlačítka zpět a domů, stejně tak cesta v horní části obrazovky. Po vybrání měření nastává přechod na předposlední úroveň.

SIMPLY CLEVER



Zvolte požadované měření

podle KPO / MQ200 / hřídel, pastorek / Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M / 135

házení čela max.0,02/AB

kompletně - kruhovitost, rovnoběžnost, přímost dle KPO

Ø 30,5 h6-Wt 2, Ø 27 h6-Rz2,5 /radiálně/, Ø 32h5 - Rz3,5 /axiálně/

RZ 6,3 - Ø22,012-0,012, 2x Ø35,46-0,02/ Ø29,31-0,02/ Ø19,78-0,02

Zpět

Domů

Obr. 28 Úroveň 7

Zdroj: [vlastní]

Předposlední úroveň je zadání velikosti dávky. VD má k dispozici číselnou klávesnici, na které zadá číslo výrobní dávky, ze které kus na měření přinesl. Pokud zadá dávku špatně, má možnost čísla smazat a napsat nová. Poté přichází na řadu potvrzení, které je následováno poslední, 9. úrovní.

Tou je zadání pětimístného osobního čísla, které slouží pro jasnou identifikaci VD. Každý VD by měl své osobní číslo znát. Toto číslo je unikátní pro každého pracovníka společnosti ŠKODA AUTO a při správném zadání není možné číslo přiřadit k někomu jinému. Svoji volbu VD potvrdí tlačítkem „Zadat měření“ a vše se uloží do paměti počítače a do seznamu nezměřených dílů.

SIMPLY CLEVER

Zadejte osobní číslo

Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M / 135 / házení čela max.0,02/AB / 21

12345

7	8	9
4	5	6
1	2	3
	0	

← Smazat

Zpět

Domů

Zadat měření


Obr. 29 Úroveň 9

Zdroj: [vlastní]

5.4.4.2 Zadávání obsahu při nepřítomnosti možnosti ve výběru

Je zřejmé, že u návrhu počítače se musí počítat s možností, že bude výjimečně potřeba změřit díl, operaci, nebo zadání, které strom programu neobsahuje. Proto je zde vytvořena položka „Jiné“, kde může VD či jiný pracovník zadat nestandardní měření. To bude provádět pomocí dotykové klávesnice a pole, do kterého se tato měření zadají (obr. 30).

SIMPLY CLEVER



Zadejte typ dílu/měření atd.

adresa

OCF 311 103 P

	Ě	Š	Č	Ř	Ž	Ý	Á	Í	É	
Q	W	E	R	T	Z	U	I	O	P	Ú
	A	S	D	F	G	H	J	K	L	Ů
	Y	X	C	V	B	N	M	,	.	

7	8	9
4	5	6
1	2	3
	0	

← Smazat

Zpět

Domů

Pokračovat

Obr. 30 Zadávaní nestandardního měření

Zdroj: [vlastní]

5.4.4.3 Zadávaní změřených dílů TRK

Na základní obrazovce klepne TRK na tlačítko „Zadávaní změřených dílů“, kde se mu objeví tabulka se všemi nezměřenými díly, které byly zadány VD. Z tohoto seznamu (obr. 31) vybere díl, který změřil, a stiskne příslušné pole. Dostane se na obrazovku s informacemi o konkrétním dílu, který zvolil. Zadá, zda díl vyhovuje nebo ne, a zvolí tlačítko „Zadat“. Díl bude odebrán ze seznamu nezměřených dílu a objeví se v seznamu změřených dílů. Ty se budou zobrazovat na obrazovkách u MS, v budoucnu popřípadě přímo na hale na více obrazovkách.



Zvolte požadované měření

seznam nezměřených dílů

1.12.13 - 6:30 - Obj. syn. sp 1/2R 02T 311 255 C - kruhovitost otvoru max. 0,03

1.12.13 - 6:35 - Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M - házení čela max.0,02/AB

1.12.13 - 6:50 - Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M - Kompletně - kru., rov., pří. dle KPO

1.12.13 - 7:15 - Kolo 1. rychlosti 02T 311 251 B - Rz2,5 po obvodu; Wt rad. 2.

1.12.13 - 7:40 - Větec kola 02T 311 291 A - R 0,8 \pm 0,1; výběh pod úhlem 13° \pm 1°; úhel 95° \pm 1°
0,2 \pm 0,15 - šířka úkosu 8° \pm 30`

Zpět

Domů

Obr. 31 Seznam nezměřených dílů

Zdroj: [vlastní]

5.4.5 Možné problémy a jejich řešení

- 1) zdlouhavost při ručním zadávání měření – toto je možné vyřešit automatickým doplňováním. Při psaní se budou automaticky nabízet možnosti, které jsou v dané kategorii stejné a platné pouze pro tuto kategorii.
- 2) jak přidávat nové položky do seznamu – na serveru bude administrátorské prostředí, kde bude dostupný strom programu a bude možné ho upravovat. K dispozici bude také záloha. Vše bude chráněno heslem, které bude mít každý pracovník MS a jeho nadřazený unikátní.
- 3) jak zajistit, aby VD zadávali své vlastní osobní číslo – zde bude průběžná kontrola od pracovníků MS, kteří uvidí, kdo daný díl zadával a při nesrovnalostech nejdříve upozorní VD a poté nadřízeného. Jednotliví mistři směn či hlavní mistr budou mít také možnost nahlédnout do záznamů a při nesrovnalostech řešit situaci individuálně s VD.
- 4) špatné zadání měření VD – každý pracovník MS bude mít možnost jakékoliv měření upravit či kompletně vymazat, pokud bude chybně zadáno. Vše se bude ukládat do tzv. logu na serveru, kde budou záznamy o všech provedených změnách. K těm bude mít přístup pouze specialista a koordinátor TK.

5.4.6 Umístění informačních obrazovek ve výrobě

Aby se využily všechny výhody tohoto automatizovaného systému, je potřeba nějakým způsobem předávat informace do výroby. Pro tuto variantu byly vybrány jako nositelé této informace LED televizory, které budou napojeny na automatizovaný systém, ze kterého budou přenášet informace o změřených dílech. Obrazovky budou v prvotní fázi umístěny u každého MS a po zaběhnutí systému bude možné je rozšířit do celé výroby převodovek MQ100 a MQ200. To může být realizováno např. v počtu dvou kusů na jedno nákladové středisko – to znamená počet celkem 14 obrazovek + 2 na každém měrovém středisku. Rozložení NS je vidět na obr. 32.

Zde jsou červenými elipsami vyznačena měrová střediska, barevnými označeními pak NS s jejich číselným označením. MS MQ200 je umístěno na pozici E2, MS MQ100 je pak umístěno na pozici H14. Na první zmíněné MS jsou donášeny díly ze středisek 2134, 2141 (věnec 2137), 2142 a 2143 (v noční směně navíc z NS 2131, 2132, 2137 a 2145). Na druhé pak díly z NS 2131, 2132, 2137 a 2145.

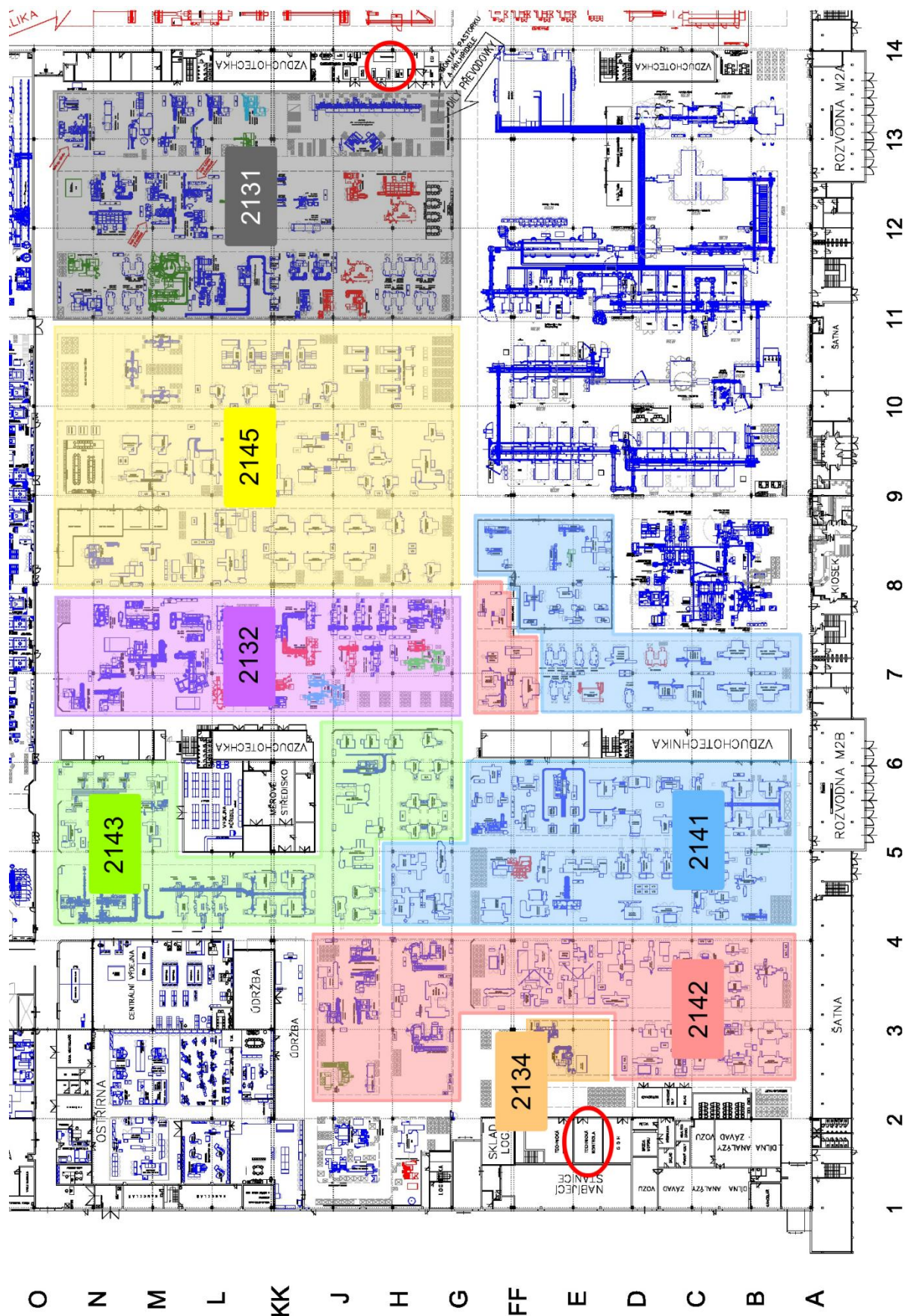
Při umístění dvou obrazovek na každé NS by tak měli pracovníci výroby jasný přehled o stavu měřeného kusu a mohli by rychleji a pružněji reagovat na tyto informace. Další výhodou je pak skutečnost, že VD by již nemuseli vůbec, nebo jen velice krátce, vyrábět na tzv. riziko, což by mělo za následek případnou menší zmetkovitost a tím i menší ekonomickou zátěž a zefektivnění výroby.

Nevýhodou jsou pak vyšší náklady na pořízení těchto obrazovek. Toto je s ohledem na přínosy pro výrobu převodovek nutno zvážit (např. snížení zmetkovitosti atd.).

5.4.6.1 Zvolené informační obrazovky

Zavěšení informačních obrazovek by bylo u MS ve výšce cca 2,5 m a přímo ve výrobě pod stropem haly ve výšce cca 3 – 4 m na hale. S ohledem na tyto údaje je nutné zvolit dostatečnou velikost těchto obrazovek. Jako výhodná varianta se z tohoto a ekonomického hlediska jeví velikost 50“, což je v přepočtu 127 cm. Na tuto velikost je z výše uvedených vzdáleností dobře vidět a neměl by zde být žádný problém s čitelností.

S ohledem na pořizovací náklady byly zvoleny televizory Toshiba 50L2333DG. Ty nabízí LED technologii obrazu, full HD rozlišení s 1920×1080 obrazovými body a s potřebným rozhraním HDMI pro připojení k vyhodnocovacímu serveru. Důležitým parametrem je také možnost přichycení na držák a vysoký kontrast, který zajišťuje dobrou viditelnost i při dnech s vyšší sluneční intenzitou (v noci jsou zde k přisvícení a svícení instalovány zářivky), a také nižší spotřeba elektrické energie.



Obr. 32 Layout výroby převodovek na hale M2 s vyznačenými MS a NS

Zdroj: [vlastní]

6. Zhodnocení

6.1 Přínosy a výhody automatizovaného systému

Díky tomuto automatizovanému systému spolu s využitím výstupů z optimalizačního programu dojde ke zrychlení předávání informací z MS do výroby a naopak. V celém systému bude v reálném čase jasný a ucelený přehled IO a NIO procesů. Díky těmto informacím bude možné řešit aktuální problémy ve výrobě a více zprůchodnit MS, to vše s ohledem na priority dle dílů. Mimo to dojde ke zkrácení reakční doby celého MS. To bude schopno lépe reagovat na požadavky výroby a případné potřeby analýz či jiných aktuálních požadavků (zkoušky atd.). Jelikož se informace o měřeních ukládají na server celého systému, bude zde také možnost získání konkrétních informací z měření a přehledu vytiženosti jednotlivých přístrojů. Z těchto dat je pak možné ještě více a hlouběji optimalizovat daná měření na MS. To má návaznost na přesnější optimalizaci časové náročnosti jednotlivých dílů. Získá se tak celkový obraz kapacity měrového střediska a možnost zpětné reakce do výroby, popř. do plánování KPO.

Jelikož obě MS budou zapojeny na jednom řídicím systému, bude zde možnost jejich vzájemného porovnání v jednotlivých časových úsecích. To může posloužit k mírnému přeorganizování jednotlivých měření tak, aby nedocházelo k velké vytiženosti jen jednoho střediska, ale byla zde podobná vytiženost obou MS. Tyto úpravy mohou mít za následek zkvalitnění měření. Dalším bodem je pak možnost úplného zautomatizování celého měřicího procesu, kdy systém sám vyhodnocuje, jaké měření má větší prioritu. Kontrolu nad ním by měl specialista a koordinátor TK, který by v případě nutnosti mohl upravovat frontu měření.

Základní výhodou samotného grafického návrhu je pak vysoká přehlednost a jednoduchost ovládání. Ta je dána jasným rozvržením a uspořádáním jednotlivých úrovní. Jejich rozvržení bylo konzultováno také s TRK a samotnými VD. Je zde tedy zásadní předpoklad velice rychlého zaučení VD i TRK na tomto automatizovaném systému.

6.2 Ekonomické zhodnocení

Cena systému závisí na konkrétní nabídce od zvoleného dodavatele. Tu je v současné době složité určit. Podle dodavatele [30], který vyvíjí podobné softwary na analýzu zmetkovitosti a způsobilosti procesů, se ceny na vytvoření takového softwaru pohybují v řádech tisíců EUR. To řádově činí ceny přibližně od 150 000 Kč (pro přepočtení na Kč byl použit kurz 27,665 Kč za 1 EUR ke dni 20. 12. 2013). Náklady na server a obě dotykové obrazovky by se pak mohly pohybovat řádově do 100 000 Kč.

Zvolené LED televizory Toshiba 50L2333DG stojí v současné době (20. 12. 2013) 11 562 Kč bez DPH. Při pořízení dvou uvažovaných kusů je pak cena 23 124 Kč bez DPH. Při budoucím nákupu dalších televizorů (14 kusů navíc) by celková cena činila 161 868 Kč bez DPH. Při sečtení vzniká celková cena za všechny televizory 184 992 Kč. Protože tyto ceny jsou získány z maloobchodního internetového obchodu, dá se předpokládat, že při rozsahu objednávky a zvolení velkoobchodního dodavatele by se konečná cena snížila. Nejnižší celková cena za veškeré softwarové i hardwarové vybavení by se po součtu všech položek mohla pohybovat okolo 300 000 Kč. Tato je bez zmíněných 14 dalších televizorů.

Ekonomická úspora u tohoto systému vzniká při zkrácení reakční doby MS a tím, že VD má přesnou a včasnou informaci o stavu změřeného dílu a není nucen vyrábět díly tzv. na riziko po dlouhou dobu. Tím lze v případě problému předpokládat nižší počet postižených dílů, tedy i snížení nákladů na neshodné díly a jejich následnou šrotaci. Ta je náročná jak z hlediska logistiky, energií, personálního a strojního zajištění. Náklady na neshodu se pohybují v řádech deseti- až statisíců Kč za měsíc. Podle odhadu by se díky rychlejším informacím z MS a včasnému zásahu ve výrobě mohly tyto náklady snížit o 5 %, což by při stávající produkci činilo ročně cca 250 000 Kč. Při rychlejší a hlídané kontrole by se snížil také počet seřizovacích měření, tudíž by se získala kapacita na jiná měření.

Výše uvedená ekonomická zhodnocení však nejsou z důvodu nemožnosti přesného vyčíslení tak spolehlivá, a proto jejich skutečná výše by byla zjištěna až po implementaci základního automatizovaného systému (I. a II. fáze).

7. Závěr

Cílem diplomové práce bylo nejprve seznámení se společností ŠKODA AUTO a.s. a celým procesem výroby převodovek MQ200 a MQ100. Na základě těchto znalostí pak mohla být vypracována analýza současného stavu s pohledem do minulosti. Pro získání tohoto stavu byl vytvořen program pro zjištění doby, kterou díl na MS stráví. Poté se přistoupilo k samotné teoretické optimalizaci. Ta probíhala ve dvou krocích, kdy byly nejprve vypracovány podmínky a následně samotný program. Výsledky byly následně převedeny do grafů, které byly porovnány s reálným stavem. Na těchto porovnáních je zřejmé, že je možné při dodržení stanovených podmínek průchod dílu oběma středisky více či méně optimalizovat. Přesto zde však zůstává fakt, že pokud dojde k nečekaným situacím (více dílů po seřízení, analýza), přestává být tato optimalizace účinná a celé MS bude opět „zahlceno“. Proto je důležité průběžně vycházet ze stavu a proměnlivosti výroby v reálném čase.

V další části byl pak navrhnout automatizační systém pro MS TK, který by výše požadované umožňoval a měl by několik dalších funkcí, které by mohla výroba využívat. Tento systém je založen na přítomnosti dotykových obrazovek na každém z obou MS a dvou informačních obrazovek. Dále tento systém počítá s jedním serverem, na kterém je datové zázemí s možností změny kterékoliv hodnoty v programovém uspořádání (stromu) a s možností zálohování dat. Tento strom programu byl vypracován z KPO, které určují četnost měření u všech vyráběných dílů. Vše je vyvedeno do programu Microsoft Excel, který už slouží jako podklad pro budoucí programování systému.

Pro dotykové obrazovky byl navržen grafický layout programu. Ten je složen ze dvou částí. V první části zadává VD díl na měření a ve druhé pak TRK zadává výsledek měření příslušného dílu. Grafická podoba je navržena s maximální jednoduchostí a přehledností, aby nedocházelo k chybám při zadávání. Samozřejmé je vyvedení v barvách předepsaných společností ŠKODA AUTO.

Veškeré programové i grafické zázemí systému je navrženo s ohledem na možnost jakéhokoliv přidávání nových položek. Důraz je kladen na využití moderních technologií a možnost rozšiřování systému do budoucna, například přidáním informačních obrazovek na všechna NS ve výrobě, kdy by pak měli VD ještě rychlejší přehled o výsledcích provedených měření. Další možností je pak přidání automatického vyhodnocovacího systému, kdy by počítač sám určoval priority měření a TRK by měli jasně určené díly, které se mají měřit. Tím by došlo k vytvoření ještě větší propustnosti MS a jeho schopnosti rychlejší reakce.

Výrazný přínos by byl zejména v oblasti kvality, kdy by existoval v reálném čase také přehled o IO/NIO měřeních (procesech) a snadnější způsob kontroly provádění zásahů ve výrobě.

Závěrečným přínosem je možnost dalšího rozšíření tohoto automatického systému, např. o automatický sektorový systém předávání/odebírání dílů na/z MS, a vytváření různých nadstavbových variant využití podle aktuálních potřeb výroby (webová aplikace kvalitativních přehledů pro různé úrovně řízení). V principu lze tento systém použít pro jakékoli MS podobného typu kdekoli ve výrobě.

Nákup částí tohoto systému je ekonomicky náročný, avšak dá se předpokládat, že jeho pořízení je do budoucna návratnou investicí.

Seznam literatury

- [1] PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
- [2] DRÁB, Vojtěch; MOC Lubomír. *Teorie spolehlivosti a řízení jakosti: [určeno pro posl. 4. a 5. roč. fak. strojní]*. 2., upravené vyd. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1992, 350 s. ISBN 80-708-3098-0.
- [3] DRASTÍK, František; MOC Lubomír. *Přesnost strojních součástí podle mezinárodních norem: tolerování rozměrů a geometrických vlastností*. 2., upravené vyd. Ostrava: Montanex, 1996, 271 s. ISBN 80-857-8018-6.
- [4] DUPAČ, Václav; HUŠKOVÁ Marie. *Pravděpodobnost a matematická statistika: tolerování rozměrů a geometrických vlastností*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 162 s. ISBN 80-246-0009-9.
- [5] MLČOCH, Lubomír; SLIMÁK Ivan. *Řízení kvality a strojírenská metrologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987, 330 s.
- [6] NENÁHLO, Čeněk. *Měření vybraných geometrických veličin*. Praha: Česká metrologická společnost, 2005.
- [7] HOUSER, Jan. *Optimalizace měření na pracovištích technické kontroly pro výrobu převodovky MQ200*. Liberec, 2011. 44 s. Bakalářská práce na Fakultě strojní Technické univerzity v Liberci Katedře obrábění a montáže. Vedoucí diplomové práce Karel Dušák.
- [8] Škoda zaměstnanecký portál. ŠKODA AUTO A.S. *Intranet ŠKODA AUTO a.s.*. 2013 [cit. 2013-12-01].
- [9] ŠKODA AUTO A.S. *Nové mechanické převodovky ve FABII*. Mladá Boleslav, 2001, 35 s. Interní zdroj.
- [10] ŠKODA AUTO A.S. *Zpráva o stavu personálu*. Mladá Boleslav, 2013, 8 s.
- [11] ŠKODA AUTO A.S. *VK - Výroba komponentů*. Mladá Boleslav, 2013, 34 s.
- [12] ŠKODA AUTO A.S. *QFD "Dům kvality"*. Mladá Boleslav, 2012, 2 s.
- [13] ŠKODA AUTO A.S. *ŠKODA výroční zpráva 2012*. Mladá Boleslav, 2012, 184 s.
- [14] ŠKODA AUTO A.S. *Prezentace podniku*. Mladá Boleslav, 2013, 96 s.
- [15] PALDUS, Jiří. *Doporučení pro měrová střediska*. Mladá Boleslav, 2012, 19 s.
- [16] PALDUS, Jiří. *TK výroby dílů převodovky*. Mladá Boleslav, 2013, 7 str.

- [17] HOMMEL CS S.R.O. *HOMMEL - ETAMIC T8000 Profiloměr*. [online]. Teplice, b. r., 1 s. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: <http://www.hommel-etamic.cz/produkty/hommel/hommel-etamic-t8000-profilomer>
- [18] HOMMEL CS S.R.O. *HOMMEL - ETAMIC T8000 Drsnoměr*. [online]. Teplice, b. r., 1 s. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: <http://www.hommel-etamic.cz/sites/default/files/download/katalog-2011/17-mereni-drsnosti-kontury-etamic-t8000-drsnomer.pdf>
- [19] HOMMEL CS S.R.O. *Drsnost povrchu: Parametry drsnosti povrchu dle DIN EN ISO*. Teplice, b. r., 1 s.
- [20] HOMMEL CS S.R.O. *Kruhoměry HOMMEL TESTER FORM 1004, 4004* [online]. Teplice, b. r. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: <http://www.hommel-etamic.cz/produkty/kruhomery-hommel-tester-form-1004-4004>
- [21] HOMMEL CS S.R.O. *HOMMEL ROUNDSCAN 535, 555, 590* [online]. Teplice, b. r. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: <http://www.hommel-etamic.cz/produkty/hommel-roundscan-535-555-590>
- [22] JENOPTIK AG. *HOMMEL-ETAMIC F1000 – F4004*. [online]. Schwenningen, b. r., 20 s. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: <http://www.teknikel.com/files/kategori/141/dosya/form-cihazlari-genel-katalog.pdf>
- [23] JENOPTIK AG. *FORMLINE: Form Metrology*. Schwenningen, [online]. b. r., 44 s. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: [http://www.jenoptik.com/cms/products.nsf/0/C5E5ACB1ED73B4E7C1257C21004AF015/\\$File/formline_en_10064360.pdf?Open](http://www.jenoptik.com/cms/products.nsf/0/C5E5ACB1ED73B4E7C1257C21004AF015/$File/formline_en_10064360.pdf?Open)
- [24] JENOPTIK AG. *HOMMEL-ETAMIC T8000 / C8000: Stationary roughness and contour measurement*. [online]. Schwenningen, b. r., 36 s. [cit. 2013-12-01]. Dostupné z: [http://www.jenoptik.com/cms/jenoptik.nsf/res/T8000_C8000_EN_10045055.pdf/\\$file/T8000_C8000_EN_10045055.pdf](http://www.jenoptik.com/cms/jenoptik.nsf/res/T8000_C8000_EN_10045055.pdf/$file/T8000_C8000_EN_10045055.pdf)
- [25] VOLKSWAGEN AG. *Schaltgetriebe 02T: Konstruktion und Funktion*. Wolfsburg, 2000, 32 s.
- [26] VOLKSWAGEN AG. *Das Schaltgetriebe 0CF: Konstruktion und Funktion*. Wolfsburg, 2011, 24 s.
- [27] KOFLER, Michael; ÖGGL Bernd. *PHP 5 a MySQL 5: průvodce webového programátora*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007, 607 s. ISBN 978-80-251-1813-9.
- [28] ŠKODA AUTO A.S. *Prezentace útvaru TPH*. Mladá Boleslav, 2012, 25 s.

- [29] ŠKODA AUTO A.S. *Historie ŠKODA objektivem*. Mladá Boleslav, 2013, 19 s.
- [30] DIRIBET, spol. s r. o. Chy.stat [online]. 2013 [cit. 2013-12-20]. Dostupné z:
<http://www.chystat.com/index.php>
- [31] Televize | CZC.cz. *CZC.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-12-20]. Dostupné z:
http://www.czc.cz/televize/produkty#q-c-0-f_1804248722=sLED&q-c-1-f_96259940=d55.0&q-c-2-f_96259940=d50.0
- [32] Něco málo o PHP. *Jak psát web, návod na HTML stránky* [online]. 2013 [cit. 2013-12-22]. Dostupné z: <http://www.jakpsatweb.cz/php/index.html>

Seznam příloh

- Příloha 1: Přehled geometrických úchylek tvaru a polohy
- Příloha 2: Měření kusů na TK, předepsané v KPO
- Příloha 3: Měření kusů na TK, po seřízení
- Příloha 4: Graf reálného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2013
- Příloha 5: Graf reálného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2012
- Příloha 6: Graf reálného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2011
- Příloha 7: Graf reálného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2010
- Příloha 8: Graf reálného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2009
- Příloha 9: Graf reálného stavu měření na středisku MQ100 v roce 2013
- Příloha 10: Graf optimalizovaného stavu měření na středisku MQ200 v roce 2013
- Příloha 11: Graf optimalizovaného stavu měření na středisku MQ100 v roce 2013
- Příloha 12: Obrazovka 2. úrovně
- Příloha 13: Obrazovka 3. úrovně
- Příloha 14: Obrazovka 6. úrovně
- Příloha 15: Obrazovka 8. úrovně
- Příloha 16: Obrazovka zadávání výsledku měření pracovníkem MS
- Příloha 17: DVD-ROM

Mitutoyo Česko s.r.o.

Dubská 1626

CZ – 415 01 Teplice

tel.: 417 579 866; fax: 417 579 867

http://www.mitutoyo-czech.cz

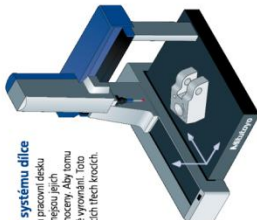
e-mail: info@mitutoyo-czech.cz

GEOMETRICKÉ ÚCHYLKY TVARU A POLOHY

Mitutoyo

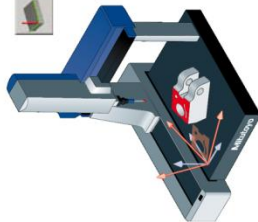
Vyrovňání měřeného díle

Vytvoření souřadného systému díle
Na díle se vytvoří souřadný systém měření. Souřadnice měřícího orgánu jsou pak určeny vůči souřadnému systému díle. Aby tomu tak bylo, provede se matematické vyrovňání. Toto vyrovňání je popsáno v následujících třech krocích.



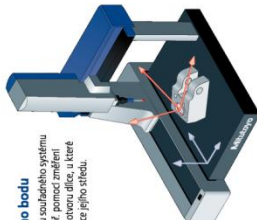
Prostorové vyrovňování

Prostorovou polohu díle zjistí např. pomocí změny roviny – plochy na díle se vytvoří plocha, která je rovnoběžná s osou měření.



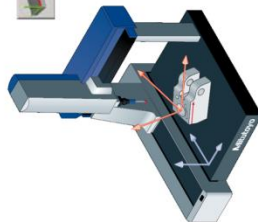
Určení nulového bodu

Určení nulového bodu souřadného systému na díle lze zjistit např. pomocí měření kružnice ve vlnovém otvoru díle, u které se vypočítá souřadnice jejího středu.



Osově vyrovňování

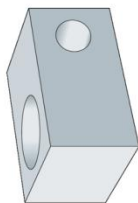
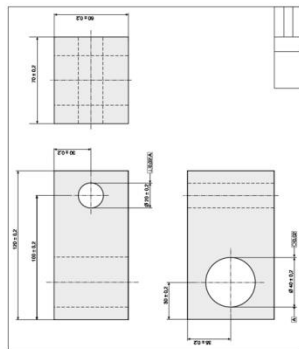
Pro osové vyrovňování díle se vytvoří osový systém měření. Souřadnice měřícího orgánu jsou pak určeny vůči osovému systému díle. Aby tomu tak bylo, provede se matematické vyrovňání. Toto vyrovňání je popsáno v následujících třech krocích.



Značka*	Definice*	Označení tolerovaného prvku	Použití	Výsledek
	Kulovitost Toleranci pole je omezeno v dané rovině přířezou dělna soustřednými kružnicemi vzájemnými od sebe o sílu nezakroužkovou toleranci kulovitosti.			
	Válcovitost Toleranci prostor je omezeno délnou souosými válci vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance válcovitosti.			
	Rovinnost Toleranci prostor je omezeno délnou rovnoběžnými rovinami vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance rovnosti.			
	Tvar čáry Toleranci pole tvaru čáry je omezeno v rovné délné čarou ekvidistančními ke jmenovitému tvaru čáry.			
	Tvar plochy Toleranci pole tvaru plochy je omezeno v prostoru délna plochami ekvidistančními ke jmenovitému tvaru plochy.			
	Kolmost (rovina – osa) Toleranci prostor je omezeno délnou rovnoběžnými rovinami vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti a kolmosti k základní vztáží ose.			
	Kolmost (osa – osa) Toleranci prostor je omezeno válcem, jehož průměr se rovná toleranci kolmosti k základní vztáží ose.			
	Rovnoběžnost (rovina-rovina) Toleranci prostor je omezeno délnou rovnoběžnými rovinami vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti a rovnoběžnosti se základní rovinou.			
	Rovnoběžnost (rovina-rovina) Toleranci prostor je omezeno délnou rovnoběžnými rovinami vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti a rovnoběžnosti se základní rovinou.			
	Sklon roviny Toleranci prostor je omezeno délnou rovnoběžnými rovinami vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance sklonu a sváží se základní rovinou nebo se základní přímkou jmenovité úhel.			
	Pořadí bodu Je-li hodnota tolerance předznamenána značkou průměru, je toleranci prostor omezeno válcem o průměru rovném toleranci souososti a jeho osa se shoduje se základní osou.			
	Souosost Je-li hodnota tolerance předznamenána značkou průměru, je toleranci prostor omezeno válcem o průměru rovném toleranci souososti a jeho osa se shoduje se základní osou.			
	Obvodové házení Toleranci pole v kterékoli rovině kolmé k ose je omezeno délna soustřednými kružnicemi vzájemnými od sebe o hodnotu tolerance házení v kterékoli rovině kolmé na válec, jehož osa je totožná se základní osou.			

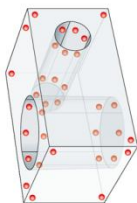
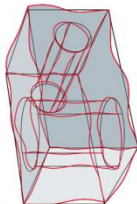
*Všechny značky jsou podle DIN ISO 101: 2007

Technický výkres

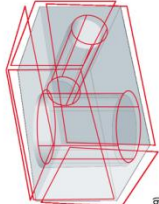


Jmenovitá geometrie
Ideální geometrický tvar díle se zadáním rozměrů, v toleranci tvaru a plochy, jakož i toleranci drsnosti povrchu.

Skutečná geometrie
Geometrický tvar skutečného díle s jeho rozměry, odchylkami tvaru a plochy, stejně tak vlnitostí povrchu a jeho drsností.



Nástinová geometrie
Množina naměřených bodů v díle, která tvoří nástin skutečného tvaru a plochy, ale bez jejich přiřazení k elementům. Součástí pro určení výpočtu odchylek tvaru a plochy.



Přirazená geometrie
Přiřazení naměřených bodů v díle k definici geometrických elementů a určení jejich parametrů.

(Všechny značky jsou podle DIN ISO 14660-1: 1999)

Měření kusů na TK, předepsané v KPO

Dne	Čas	Op.	Číslo dílu	č. stroje	Dávka	Zadání	Výsledek	Dne	Čas	Měřil TK
3.12.	14 ⁴⁵	130	261 A		118	ROVNO, KRUHO	OK	3.12	15:11	ST
3.12.	14 ⁵⁰	130	205 E	086	176	KRUHOV.	OK	3.12	16:11	ST
3.12.	14 ⁵⁵	130	1039 F	083	229	KRUH, ROVN.	OK	3.12	16:11	ST
3.12.	14 ⁵⁵	130	1039 D	084	105	KRUH, ROVN.	OK	3.12	16:30	ST
3.12.	14 ⁵⁵	130	205 A	082	39	Lech.	OK	3.12	16:40	ST
3.12.	15 ⁰⁰	130	151 N	104	44	KRUHOVITOST BOVLOVITOST	OK	3.12	16:41	ST
3.12.	16 ⁰⁰	130	129 D	099	138	- 1 -	NE	3.12	16:40	ST
3.12.	16 ⁰⁰	130	158 Q	103	61	- 1 -	OK	3.12	16:41	ST
3.12.	16 ⁰⁰	130	1454 J	051	58	- 1 -	OK	3.12	16:25	ST
3.12.	16 ⁰⁰	130	158 A K	008	15	- 1 -	OK	3.12	16:05	ST
3.12.	16 ²⁰	10	205 AP	050	3	Sražení hlava + Modifikace prog.	OK	3.12	17 ⁰⁰	ST
3.12.	16 ²⁰	10	205 AP	051	2	Sražení hlava	OK	3.12	17 ⁰⁰	ST
3.12.	16 ³⁰	130	251 B		6	ROVNO, KRUHO	OK	3.12	17:00	ST
3.12.	17 ⁰⁰	10	205 AP	049	1	Sražení hl. φ	OK	3.12	17 ⁰⁰	ST
3.12.	18 ⁰⁰	5+10	261 -			CELK. MĚŘENÍ	NE	4.12	18 ⁰⁰	ST
3.12.	18 ⁴⁰	130	205 E	086	182	KRUHOV	OK	3.12	19 ⁰⁰	ST
3.12.	18 ⁵⁵	130	205	082	12	Lech.	OK	3.12	20 ⁰⁰	ST
3.12.	18 ⁵⁵	145	315 D	006	329	R2	OK	3.12	19 ¹⁰	ST
3.12.	18 ⁵⁵	145	255 E	015	221	R2	OK	3.12	19 ²⁵	ST
3.12.	19 ⁰⁵	130	105 M	095	11	Kruh. + Rov.	OK	3.12	19 ¹⁵	ST
3.12.	19 ¹⁵	130	158 P	008	69	- 1 -	OK	3.12	19 ³⁰	ST
3.12.	19 ⁴⁵	130	1454 J	051	8	- 1 -	OK	3.12	19 ⁴⁰	ST
3.12.	19 ⁴⁵	130	158 B	103	5	- 1 -	OK	3.12	20 ⁰⁰	ST
3.12.	19 ⁴⁰	30	0403 M 103 A F	02P	6P	ST. DELBY	OK	3.12	21 ¹⁰	ST
3.12.	19 ⁴⁵	45	131 F	046	7	Sražení zuba	OK	3.12	20 ⁰⁰	ST
3.12.	19 ⁴⁵	5	291 B	057	16	OKL. OKOS, KRUH, ROVN.	OK	3.12	20 ¹⁵	ST
3.12.	20 ⁰⁰	130	250 C	018	199	20+KRUH	OK	3.12	20 ²⁵	ST
3.12.	20 ⁵⁰	10	205 AP	052	9	Sražení hl. φ + Modifikace prog.				
3.12.	21 ³⁰	130	285 B	063	13	VALCOVITOST	NE	3.12	21 ⁴⁵	ST
3.12.	22 ⁰⁰	130	103 S	094	2	ROVNO, KRUHO, ROVN.	OK	3.12	23 ⁰⁰	ST
3.12.	22 ⁰⁰	130	261 A		120	ROVNO, KRUHO	NE	3.12	22 ⁴⁵	ST
3.12.	22 ⁰⁰	130	251 N		37	- 1 -	OK	3.12	23 ⁰⁰	ST
3.12.	22 ⁰⁰	130	251		104	- 1 -	OK	3.12	23 ¹⁵	ST
3.12.	22 ⁴⁰	130	103 A J	081	57	KRUH ROVN	OK	3.12	23 ³⁰	ST
3.12.	22 ⁴⁰	130	103 A J	084	75		OK	3.12	0 ⁰⁰	ST
3.12.	22 ⁴⁰	130	205 E	086	184	KRUH.	OK	3.12	0 ³⁰	ST

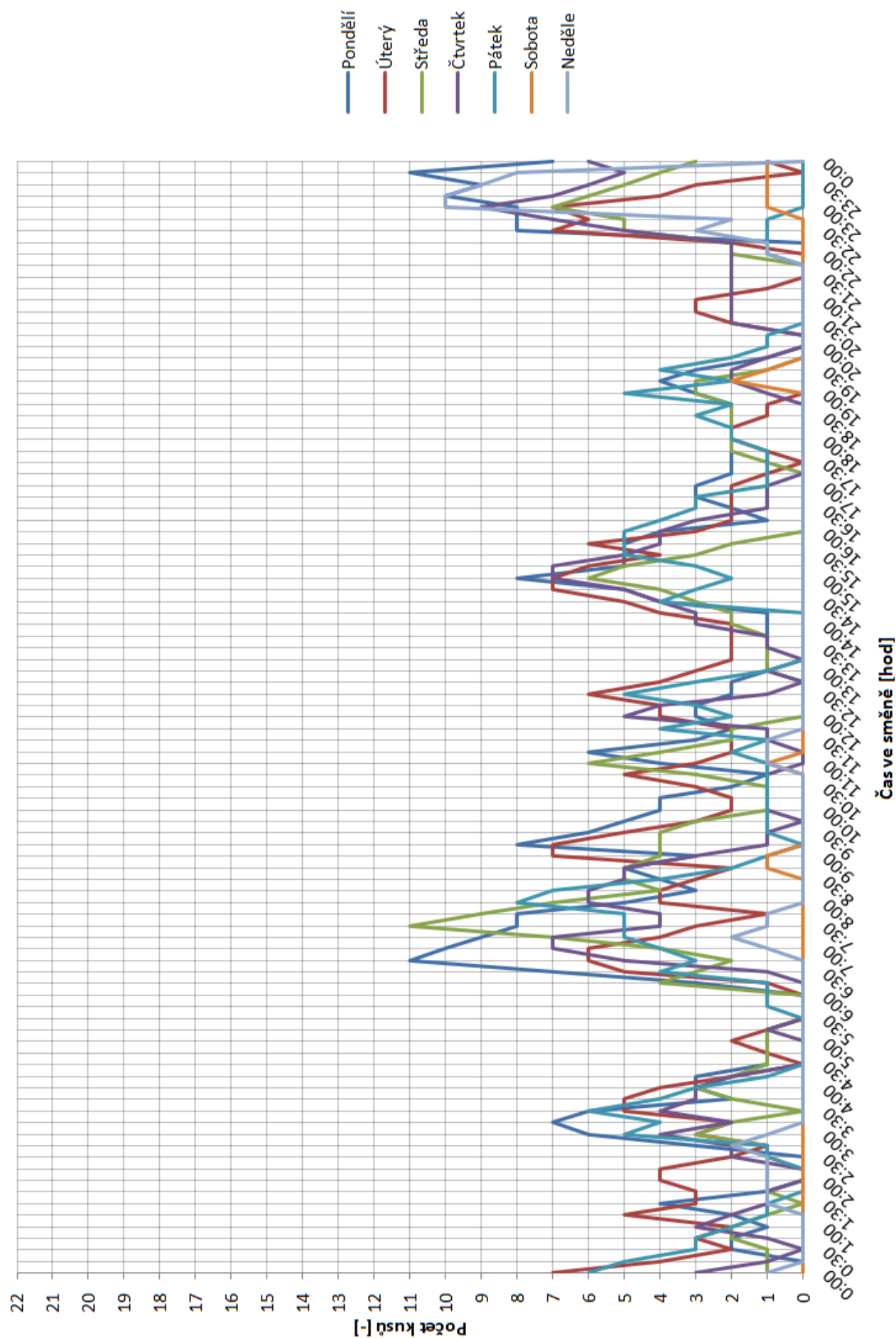
!!!!!! OTOČ NA DRUHOU STRANU !!!!!

Měření kusů na TK po seřízení

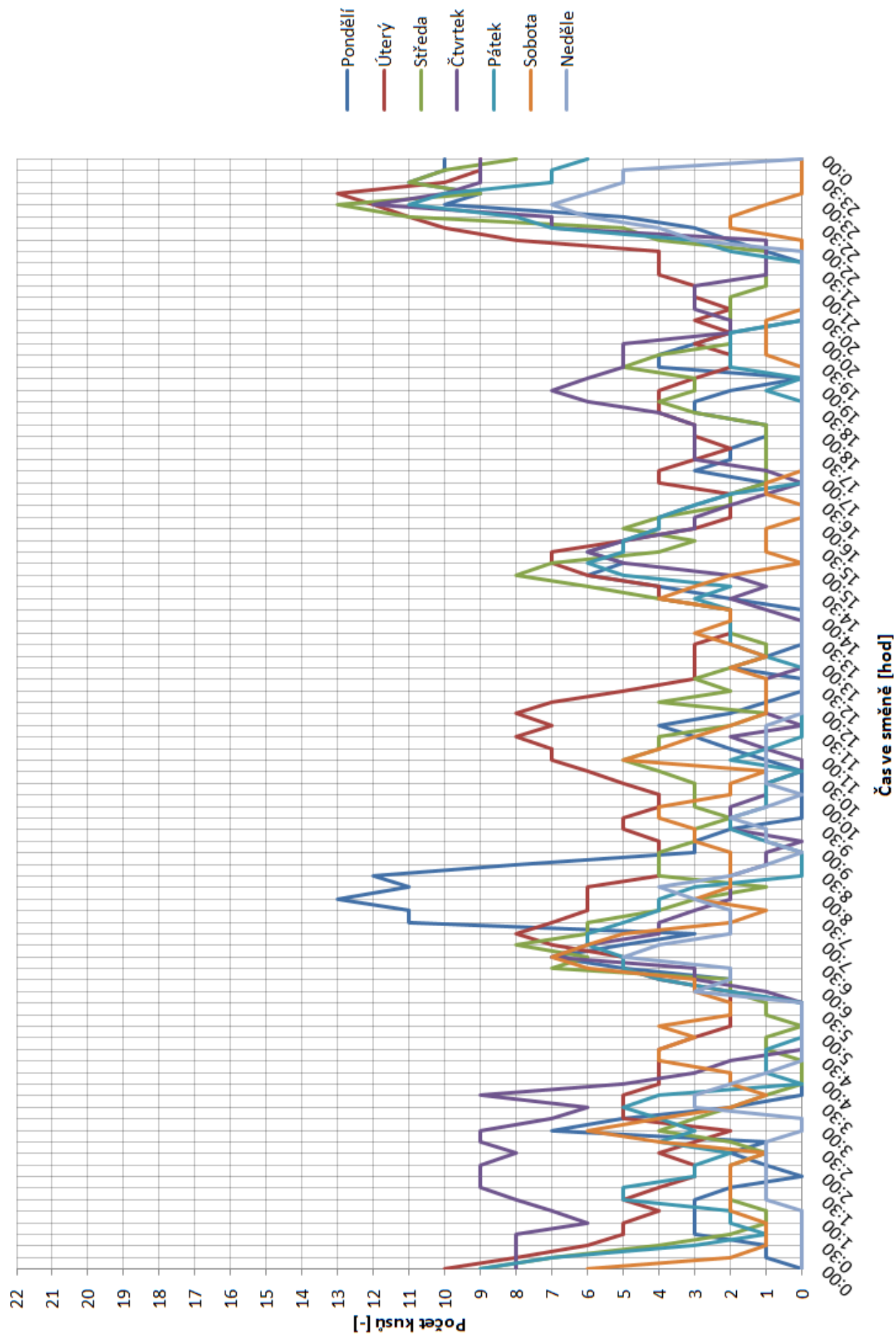
Dne	Čas	Op.	Číslo dílu	č. stroje	Dávka	Zadání	Výsledek	Dne	Čas	Měřil TK
24.11.	22 ¹⁰	130	361 H	063	86	KRUHOVITOST	OK	24.11.	23 ²⁰	BUTER
25.11.	24 ⁵	130	129A	099	95	Kruh. + rovn.	NE	25.11.	0 ⁵⁵	BUTER
25.11.	0 ⁵	130	158N	163	8	- 11 -	NE	25.11.	1 ⁰⁵	BUTER
25.11.	24 ¹⁵	130	149AT	-131	3	KRUH. ROVN. Ø44	OK	25.11.	1 ¹⁰	BUTER
25.11.	0 ⁵⁰	130	105L	095	149	Kruh. + Rov.	OK	25.11.	3 ²⁵	BUTER
25.11.	2 ¹⁵	5	201B	041	157	Kruh. ROVN. Ø44	OK	25.11.	3 ⁰⁰	BUTER
25.11.	2 ¹⁵	130	129A	099	168	Kruh. + rovn.	NE	25.11.	3 ⁵⁰	BUTER
25.11.	3 ¹⁵	130	158AN	163	3	- 11 -	NE	25.11.	3 ⁴⁰	BUTER
25.11.	4 ¹⁰	130	129A	099	168	- 11 -	NE	25.11.	4 ³⁰	BUTER
25.11.	4 ¹⁰	130	158AN	163	5	- 11 -	NE	25.11.	4 ⁴⁰	BUTER
25.11.	4 ¹⁵	130	156L	034	1	Ø 44mm, RAD	OK	25.11.	7 ⁴⁰	BUTER
25.11.	11 ²⁰	10	149 P	019	12	KRUH. + ROVN.	OK	25.11.	11 ⁴⁵	BUTER
25.11.	11 ²⁰	10	149 P	019	12	- 11 -	OK	25.11.	15 ¹⁵	BUTER
25.11.	11 ²⁰	10	250 S	020	11	ROV. KRUH.	MT2	25.11.	15 ¹⁵	BUTER
25.11.	16 ¹⁰	130	161A	102	65	KRUHOVITOST	NE	25.11.	16 ⁴⁰	BUTER
25.11.	16 ¹⁰	130	251 A	097	107	KRUHOVITOST	OK	25.11.	16 ⁵⁰	BUTER
25.11.	17 ¹⁵	130	161A	102	65	KRUHOVITOST	OK	25.11.	17 ²⁰	BUTER
25.11.	17 ³⁰	510	155B	034	-	CEL. MĚŘENÍ	OK	25.11.	18 ²⁰	BUTER
25.11.	11 ²⁰	10	250 S	020	11	ROV. KRUH.	NE	25.11.	19 ¹⁰	BUTER
25.11.	21 ¹⁵	10	250 S	020	11	ROV. KRUH.	NE	25.11.	21 ³⁰	BUTER
25.11.	21 ⁰⁰	510	155B	034	240	CEL. MĚŘENÍ	NE	25.11.	23 ⁰⁰	BUTER
26.11.	2 ¹⁰	50	251B	031	134	PROŽENÍ OZUBENÍ	OK	26.11.	3 ²⁵	BUTER
26.11.	4 ²⁰	510	155B	060	-	Ø 44mm	NE	26.11.	4 ³⁵	BUTER
26.11.	4 ⁰⁰	5	149AT	019	44	KRUH. + ROVN.	OK	26.11.	4 ¹⁵	BUTER
26.11.	4 ⁰⁰	5	131AK	018	17	- 11 -	OK	26.11.	4 ³⁰	BUTER
26.11.	6 ²⁵	10	OCF 409 155B	060	103	Převodník číselného zprávy.	OK	26.11.	6 ¹⁰	BUTER
26.11.	11 ⁵⁵	5	103A	409	81	KRUHOVITOST	OK	26.11.	11 ⁵⁰	BUTER
26.11.	17 ³⁰	5	156L	027	7	Ø 44 RAD	NE	26.11.	17 ⁴⁵	BUTER
26.11.	17 ³⁰	5	156R	034	-	- 11 -	NE	26.11.	18 ³⁰	BUTER
26.11.	18 ³⁰	5	156L	027	7	Ø 44 RAD	OK	26.11.	18 ¹⁵	BUTER
26.11.	22 ⁵⁵	130	129A	099	111	Kruh. + rovn.	OK	26.11.	23 ⁴⁰	BUTER
26.11.	23 ²⁰	5	129AH	018	14	- 11 -	OK	26.11.	0 ¹⁵	BUTER
27.11.	0 ¹⁰	50	261B	032	82	PROŽENÍ OZUBENÍ	OK	27.11.	0 ²⁰	BUTER
27.11.	0 ¹⁵	130	267	-	123	ROVN. KRUH.	NE	27.11.	0 ⁴⁰	BUTER
27.11.	1 ¹⁵	130	267	-	128	- 11 -	OK	27.11.	1 ³⁰	BUTER
27.11.	3 ¹⁵	50	251B	031	21	PROŽENÍ OZUBENÍ	OK	27.11.	3 ⁵⁰	BUTER

!!!!!! OTOČ NA DRUHOU STRANU !!!!!

2013

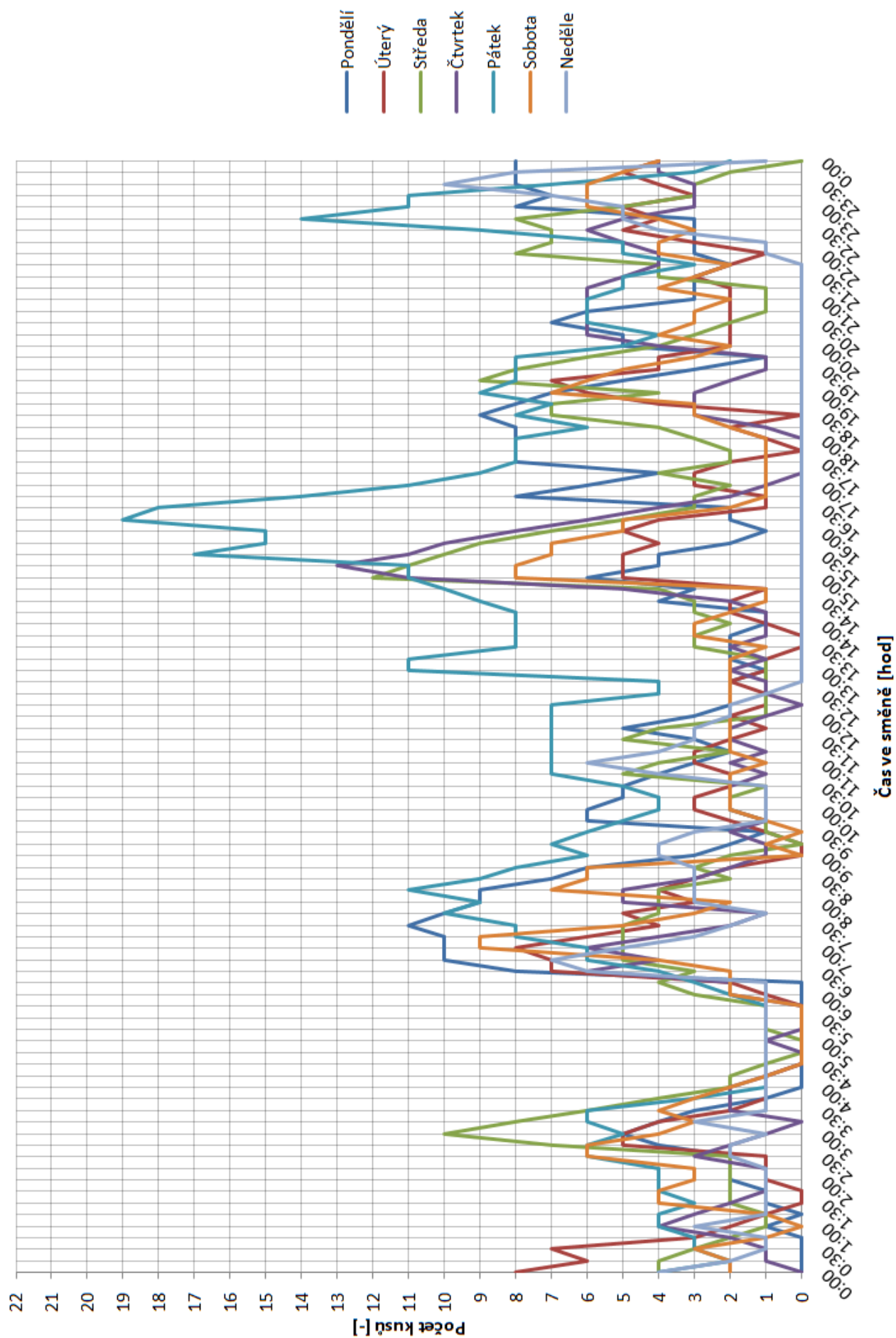


2012

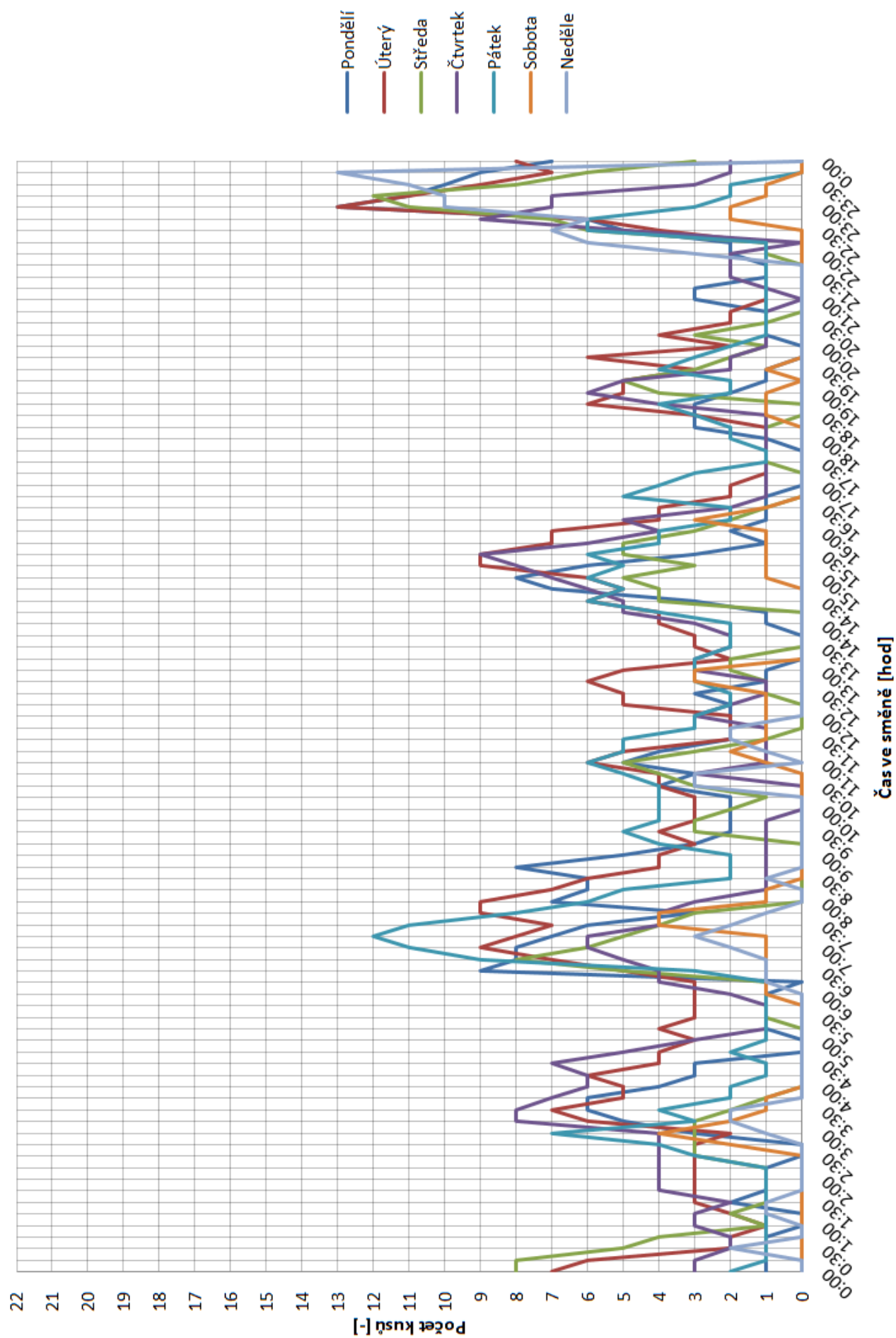


2011

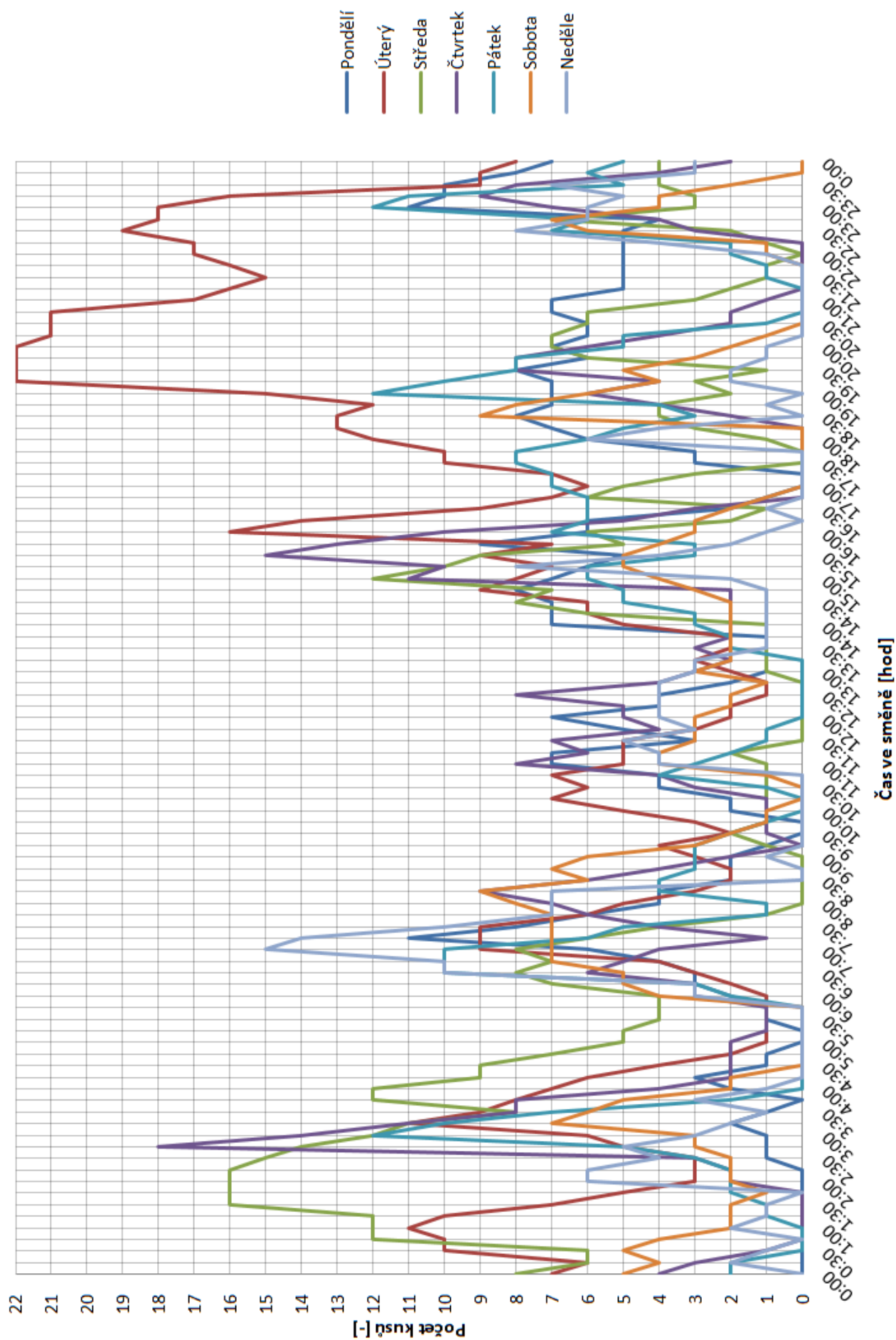
Příloha 6



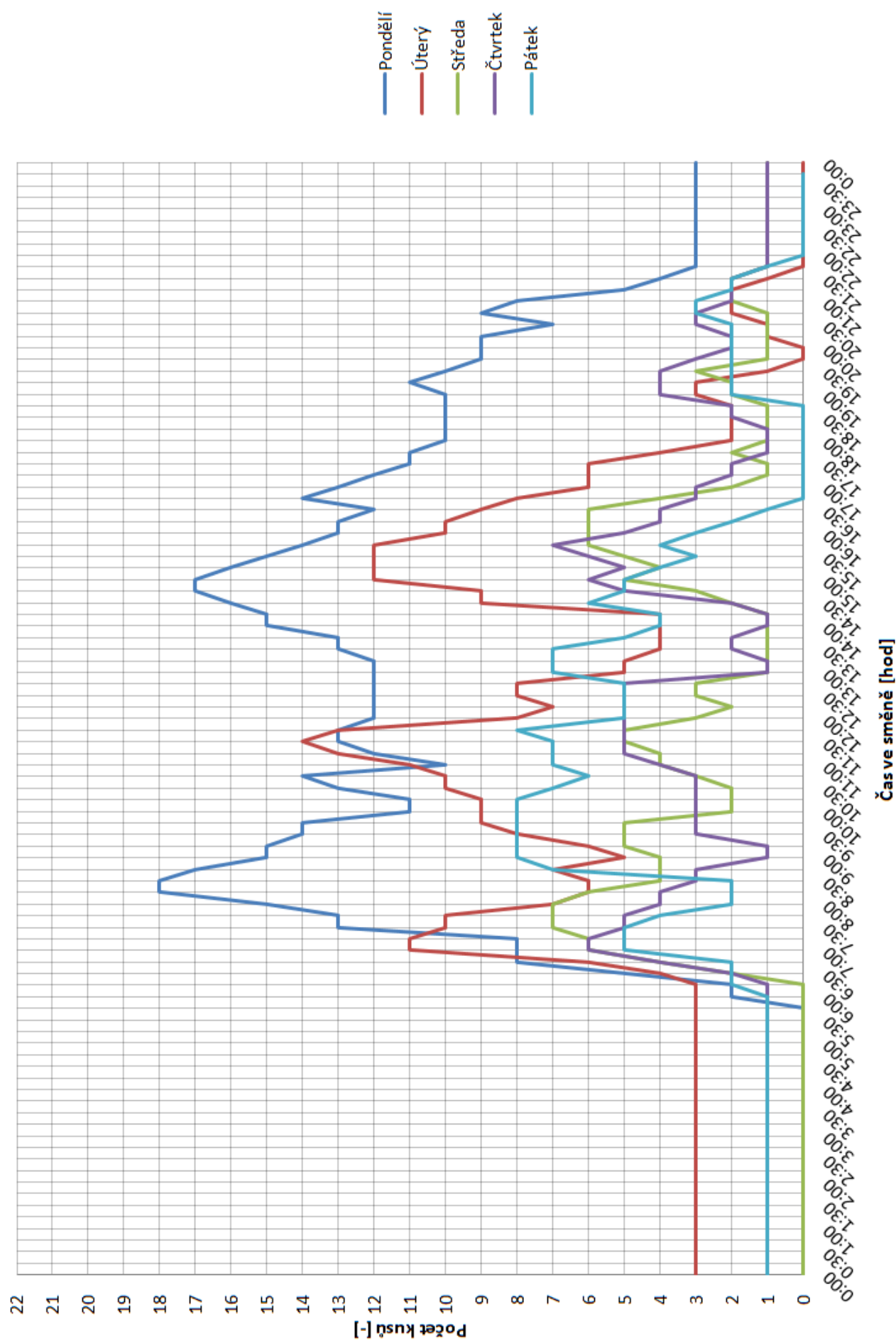
2010



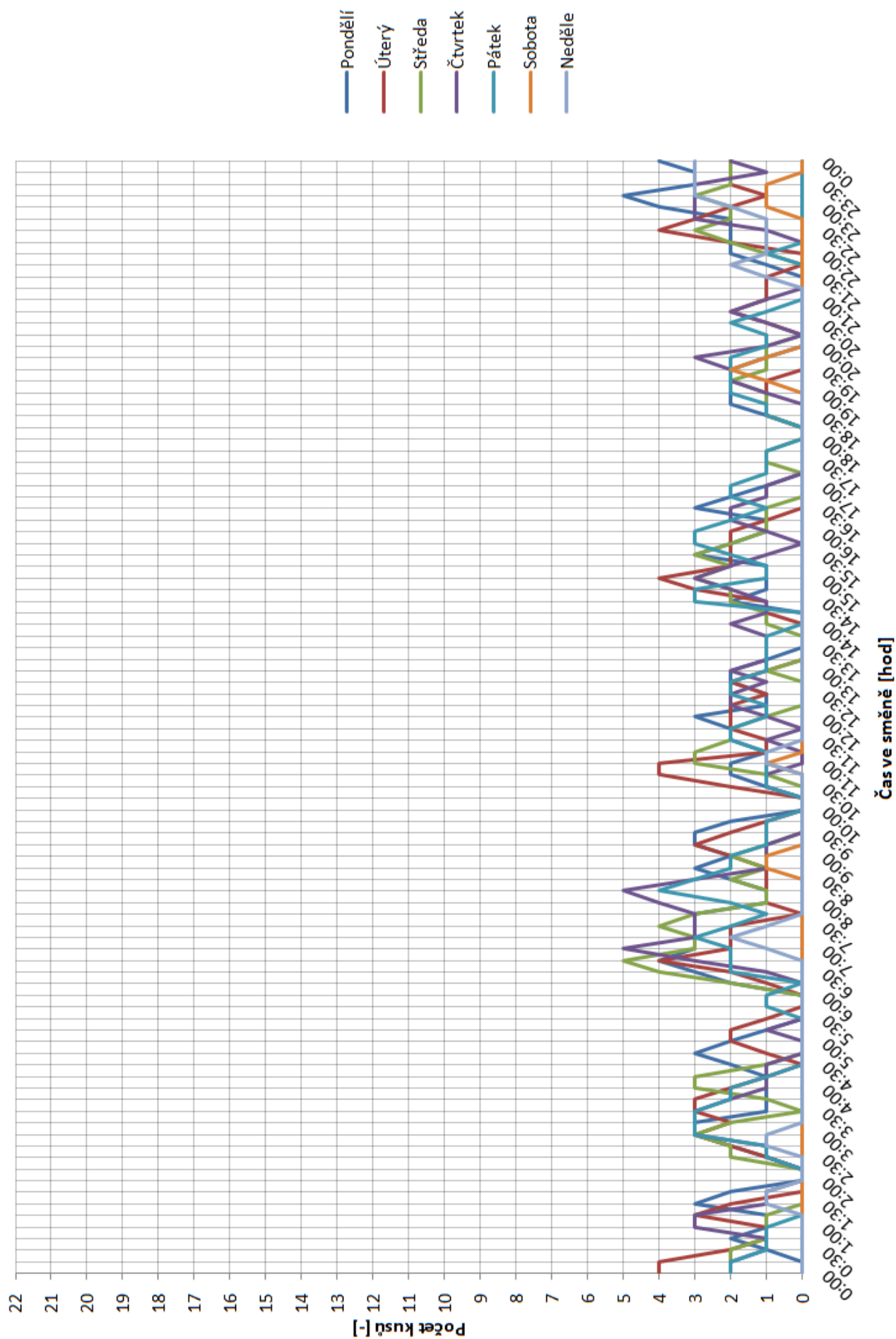
2009



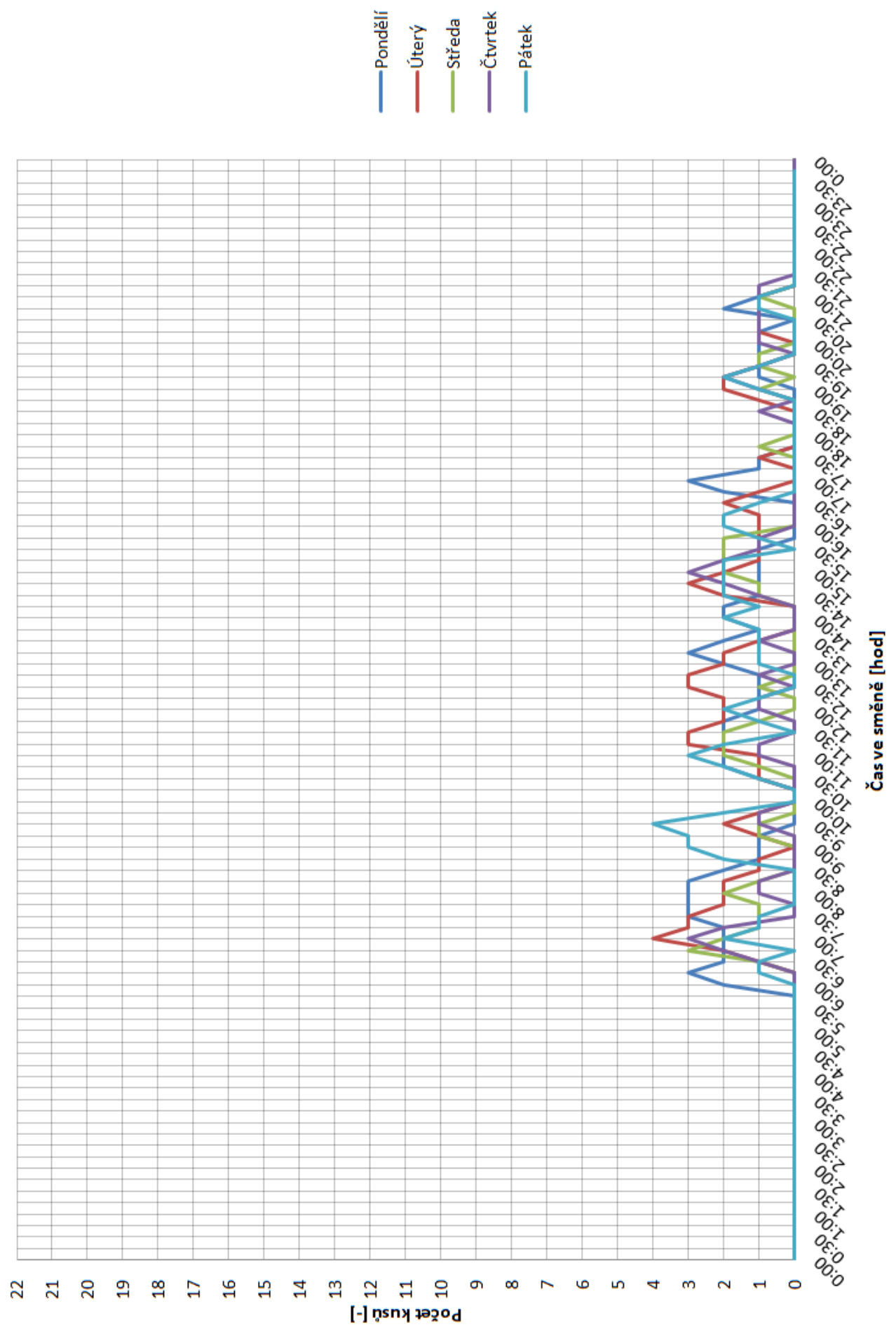
2013



2013



2013



SIMPLY CLEVER



Zvolte typ převodovky

podle KPO


MQ
100

MQ
200

Zpět

Domů

SIMPLY CLEVER



Zvolte typ dílu

podle KPO / MQ200

Hřídel,
pastorek

Schaltrad

Rad


HKR,
Diferenciál,
Věnec

Synchro-
nizace

Jiné

Zpět

Domů

SIMPLY CLEVER


Zvolte operaci

podle KPO / MQ200 / hřidel, pastorek / Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M

5

70A

10

130

50

135

55

135J

Zpět

Domů

SIMPLY CLEVER


Zadejte číslo dávky

Pastorek 02T (0AJ,02U) 311 205 M / 135 / házení čela max.0,02/AB

21

7	8	9
4	5	6
1	2	3
	0	

← Smazat

Zpět

Domů

Pokračovat



Zadejte výsledek měření

1.12.13 - 6:30 - Obj. syn. sp 1/2R 02T 311 255 C - kruhovitost otvoru max. 0,03

IO

NIO

Změřil

12345

Zpět

Domů

Zadat